

JPA 5-127074

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **05127074 A**

(43) Date of publication of application: **25.05.93**

(51) Int. Cl

G02B 7/34

(21) Application number: **03315505**

(22) Date of filing: **01.11.91**

(71) Applicant: **CANON INC**

(72) Inventor:
SUDA YASUO
ODAKA YUKIO
YAMADA AKIRA
AKASHI AKIRA

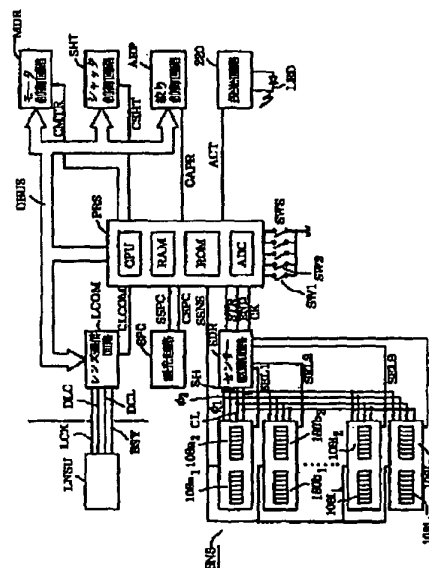
(54) **FOCUS DETECTION DEVICE**

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

(57) Abstract:

PURPOSE: To improve the precision of focus detection by using a filter means which is properly constituted even when luminous flux for range finding is slightly eclipsed.

CONSTITUTION: A central arithmetic circuit PRS inputs the output SSPC of a sensor SPC for light measurement at an analog input terminal, performs A/D conversion, and calculates optimum shutter control and stop control values, etc., from a digital light measured value, thereby storing the results in specific addresses of a RAM. When releasing operation is performed, a shutter and a stop are controlled according to those values. Then an image signal is inputted and a defocusing quantity is calculated. Further, the central arithmetic circuit PRS after inputting an image signal from a sensor device SNS filters this image signal, performs specific arithmetic based upon an image deviation system, and outputs the defocusing quantity of a photographic lens.



(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成5年(1993)5月25日

技術表示箇所

C

[最終頁に続く](#)

[illegible]

【特許請求の範囲】

【請求項1】 焦点検出されるべき結像光学系の結像状態に応じて、相対的な位置関係が変化する第1と第2の2つの物体像を形成する再結像光学系と、該第1と第2の物体像に対応した第1と第2の信号をそれぞれ出力する複数の画素よりなる光電変換手段と、該第1と第2の信号に対してフィルター処理をしたのち演算上で該第1と第2の信号を順次相対的に変位させ、各相対変位位置における第1と第2の信号の一致度を表わす評価量を演算し、該評価量の変化に基づいて該第1と第2の物体像の相対的な位置ずれ量を求め、該ずれ量から該結像光学系の結像状態を検出する演算手段とを有する焦点検出装置において、該フィルター処理を該相対変位位置に応じて決定されるフィルターを用いて行なっていることを特徴とする焦点検出装置。

【請求項2】 焦点検出されるべき結像光学系の結像状態に応じて、相対的な位置関係が変化する第1と第2の2つの物体像を形成する再結像光学系と、該第1と第2の物体像に対応した第1と第2の信号をそれぞれ出力する複数の画素よりなる光電変換手段と、該第1と第2の信号を演算上で順次相対的に変位させ、各相対変位位置における第1と第2の信号の一致度を表わす評価量を演算する際、予め該第1と第2の信号に対して該相対変位位置に応じて決定されるフィルターを用いてフィルター処理を施し、該評価量の変化に基づいて該第1と第2の物体像のずれ量を求めて該結像光学系の結像状態を検出する演算手段とを有する焦点検出装置において、該演算手段は第1の原フィルター情報から該フィルターを作成する第1の処理過程と、第2の原フィルター情報から該フィルターを作成する第2の処理過程とを有し、さらに該第1の処理過程と該第2の処理過程のいずれかを該第1と第2の信号の相対変位量に応じて選択する選択手段を設けたことを特徴とする焦点検出装置。

【請求項3】 焦点検出されるべき結像光学系の結像状態に応じて、相対的な位置関係が変化する第1と第2の2つの物体像を形成する再結像光学系と、該第1と第2の物体像に対応した第1と第2の信号をそれぞれ出力する複数の画素よりなる光電変換手段と、該第1と第2の信号を演算上で順次相対的に変位させ、各相対変位位置における第1と第2の信号の一致度を表わす評価量を演算する際、予め該第1と第2の信号に対してフィルター処理を施し、該評価量の変化に基づいて該第1と第2の物体像のずれ量を求めて該結像光学系の結像状態を検出する演算手段とを有する焦点検出装置において、該フィルター処理は焦点検出されるべき結像光学系の口径比に応じて決定されるフィルターを用いて行なわれることを特徴とする焦点検出装置。

【請求項4】 焦点検出されるべき結像光学系の結像状態に応じて、相対的な位置関係が変化する第1と第2の2つの物体像を形成する再結像光学系と、該第1と第2

の物体像に対応した第1と第2の信号をそれぞれ出力する複数の画素よりなる光電変換手段と、該第1と第2の信号を演算上で順次相対的に変位させ、各相対変位位置における第1と第2の信号の一致度を表わす評価量を演算する際、予め該第1と第2の信号に対してフィルター処理を施し、該評価量の変化に基づいて該第1と第2の物体像のずれ量を求めて該結像光学系の結像状態を検出する演算手段とを有する焦点検出装置において、該フィルター処理は焦点検出されるべき結像光学系の射出瞳位置に応じて決定されるフィルターを用いて行なわれることを特徴とする焦点検出装置。

【請求項5】 焦点検出されるべき結像光学系の結像状態に応じて、相対的な位置関係が変化する第1と第2の2つの物体像を形成する再結像光学系と、該第1と第2の物体像に対応した第1と第2の信号をそれぞれ出力する複数の画素よりなる光電変換手段と、該第1と第2の信号を演算上で順次相対的に変位させ、各相対変位位置における第1と第2の信号の一致度を表わす評価量を演算する際、予め該第1と第2の信号に対してフィルター処理を施し、該評価量の変化に基づいて該第1と第2の物体像のずれ量を求めて該結像光学系の結像状態を検出する演算手段とを有する焦点検出装置において、該演算手段の中には、該フィルター処理が該相対変位量に応じて決定されたフィルターを用いてなされる第A1の処理過程と、これに続いて実行され、相対変位量に依らずに固定のフィルターを用いてなされる第A2の処理過程とを有し、第A2の処理過程におけるフィルターは第A1の処理過程にて得られた像ずれ量を基にして決定されることを特徴とする焦点検出装置。

【請求項6】 焦点検出されるべき結像光学系の結像状態に応じて、相対的な位置関係が変化する第1と第2の2つの物体像を形成する再結像光学系と、該第1と第2の物体像に対応した第1と第2の信号をそれぞれ出力する複数の画素よりなる光電変換手段と、該第1と第2の信号を演算上で順次相対的に変位させ、各相対変位位置における第1と第2の信号の一致度を表わす評価量を演算する際、予め該第1と第2の信号に対して相対変位量に応じて決定されるフィルターを用いてフィルター処理を施し、該評価量の変化に基づいて該第1と第2の物体像のずれ量を求めて該結像光学系の結像状態を検出する演算手段とを有する焦点検出装置において、該フィルターは、該相対変位量がゼロの場合にも該第1と第2の信号を修正することを特徴とする焦点検出装置。

【請求項7】 焦点検出されるべき結像光学系の結像状態に応じて、相対的な位置関係が変化する第1と第2の2つの物体像を形成する再結像光学系と、該第1と第2の物体像に対応した第1と第2の信号をそれぞれ出力する複数の画素よりなる光電変換手段と、該第1と第2の信号を演算上で順次相対的に変位させ、各相対変位位置における第1と第2の信号の一致度を表わす評価量を演

算する際、予め該第1と第2の信号に対してフィルター処理を施し、該評価量の変化に基づいて該第1と第2の物体像のずれ量を求めて該結像光学系の結像状態を検出する演算手段とを有する焦点検出装置において、該演算手段の中には、該フィルター処理が該相対変位量に応じて決定されたフィルターを用いてなされる第B1の処理過程と、相対変位量に依らずに固定のフィルターを用いてなされる第B2の処理過程とを有し、該第B1の処理過程と第B2の処理過程のいずれかを選択する選択手段を設けたことを特徴とする焦点検出装置。

【請求項8】 焦点検出されるべき結像光学系の結像状態に応じて、相対的な位置関係が変化する第1と第2の2つの物体像を形成する再結像光学系と、該第1と第2の物体像に対応した第1と第2の信号をそれぞれ出力する複数の画素よりなる光電変換手段と、該第1と第2の信号を演算上で順次相対的に変位させ、各相対変位位置における第1と第2の信号の一致度を表わす評価量を演算する際、予め該第1と第2の信号に対してフィルター処理を施し、該評価量の変化に基づいて該第1と第2の物体像のずれ量を求めて該結像光学系の結像状態を検出する演算手段とを有する焦点検出装置において、該フィルター処理は焦点検出されるべき結像光学系の光軸から該光電変換手段によって決定される測距視野までの距離に応じて決定されるフィルターを用いて行なわれることを特徴とする焦点検出装置。

【請求項9】 焦点検出されるべき結像光学系の結像状態に応じて、相対的な位置関係が変化する第1と第2の2つの物体像を形成する再結像光学系と、該第1と第2の物体像に対応した第1と第2の信号をそれぞれ出力する複数の画素よりなる光電変換手段と、該第1と第2の信号を演算上で順次相対的に変位させ、各相対変位位置における第1と第2の信号の一致度を表わす評価量を演算する際、予め該第1と第2の信号に対して前記相対変位位置に応じて決定されるフィルターを用いてフィルター処理を施し、該評価量の変化に基づいて該第1と第2の物体像の像ずれ量を求めて該結像光学系の結像状態を検出する演算手段とを有する焦点検出装置において、該フィルターは原点を挟んで一方には正の成分のみを、他方には正及び負の成分を有していることを特徴とする焦点検出装置。

【請求項10】 焦点検出されるべき結像光学系の結像状態に応じて、相対的な位置関係が変化する第1と第2の2つの物体像を形成する再結像光学系と、該第1と第2の物体像に対応した第1と第2の信号をそれぞれ出力する複数の画素よりなる光電変換手段と、該第1と第2の信号を演算上で順次相対的に変位させ、各相対変位位置における第1と第2の信号の一致度を表わす評価量を演算する際、予め該第1と第2の信号に対してフィルター処理を施し、該評価量の変化に基づいて該第1と第2の物体像のずれ量を求めて該結像光学系の結像状態を検

出する演算手段とを有する焦点検出装置において、該演算手段には第1の信号に対してフィルター処理を行なう第C1の処理過程と、第2の信号に対してフィルター処理を行なう第C2の処理過程とを有し、第2の処理過程において用いられるフィルターは第1の処理過程で用いたフィルターを反転させて得られる特性より成っていることを特徴とする焦点検出装置。

【請求項11】 焦点検出されるべき結像光学系の結像状態に応じて、相対的な位置関係が変化する第1と第2の2つの物体像を形成する再結像光学系と、該第1と第2の物体像に対応した第1と第2の信号をそれぞれ出力する複数の画素よりなる光電変換手段と、該第1と第2の信号を演算上で順次相対的に変位させ、各相対変位位置における第1と第2の信号の一致度を表わす評価量を演算する際、予め該第1と第2の信号に対して該相対変位位置に応じて決定されるフィルターを用いてフィルター処理を施し、該評価量の変化に基づいて前記第1と第2の物体像の像ずれ量を求めて該結像光学系の結像状態を検出する演算手段とを有する焦点検出装置において、該光電変換素子はその出力が該評価量を求める演算に用いられる画素の外側にこれらの画素に対する前記フィルター処理のために用いられる画素を有することを特徴とする焦点検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、焦点検出装置に関し、特に撮影レンズ（結像光学系）を通過した光束を用いて測距光学系によって形成された2つの物体像の相対的位置関係により結像光学系の結像状態を検出するようにした写真用カメラやビデオカメラ等に好適な焦点検出装置の改良に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来より、焦点検出装置における焦点検出方法として、いわゆる像ずれ方式の焦点検出装置が知られている。この方式においては、比較すべき2つの物体像（二像）が単に横ずれしているだけの同一像であることを前提としている。このため、測距光束にケラレが生じないように、結像光学系の口径比に制約を設けるとか、測距視野の配置に制約を設けるといったことが必要であった。

【0003】 また、測距光束のケラレによる像信号の劣化に対して、像信号のハイパスフィルター処理を施すことの有効性が知られている。しかしながらこれは、製造誤差等による光束の微小なケラレの悪影響を除去するのが主目的であって、上記の欠点が解消され、開放Fナンバーの制約がなくなり測距視野のレイアウトも自由に行えるようになるといった効果のあるものではなかった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 このような焦点検出装置を、例えば一眼レフカメラに適用したカメラシステム

の場合はまず、撮影レンズの開放Fナンバーが、一般にF1.0〜F8に設定されている。このため、このようなカメラシステムをオートフォーカス化（自動焦点化）しようとしたとき、前記のようにオートフォーカスで利用できる撮影レンズを、例えばF5.6よりも明るいものに限定するとか、あるいは、測距視野を測距光束がケラレにくい光軸付近の例えば光軸から5mm以内の位置にレイアウトするといった割り切りが必要となってくる。したがって、どんな撮影レンズでも、さらには、ファインダー視野のどこの領域でも動作（測距）するよう10なオートフォーカスを有したカメラシステムは実現するのが大変難しかった。

【0005】また、本出願人が、例えば特願平2-178848号で開示した、測距光学系の光路中に拡散板を配置した改良型の測距光学系においては、測距光束がケラレていない範囲に限っては、その特徴であるところの測距精度の向上が達成される。しかしながら、拡散板のためにケラレが起こり易く、このケラレが生じた場合には測距することが難しくなる傾向があった。

【0006】本発明は像ずれ方式を利用して焦点検出を行20う際、測距用光束に多少のケラレがあっても適切に構成したフィルター手段を用いることにより、結像光学系の口径比を節約し、測距視野配置の制約を排除すると共に高精度に焦点検出を行うことができる焦点検出装置の提供を目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の焦点検出装置は焦点検出されるべき結像光学系の結像状態に応じて、相対的な位置関係が変化する第1と第2の2つの物体像を形成する再結像光学系と、該第1と第2の物体像に対応した第1と第2の信号をそれぞれ出力する複数の画素よりなる光電変換手段と、該第1と第2の信号に対してフ20ィルター処理をしたのち、演算上で該第1と第2の信号を順次相対的に変位させ、各相対変位位置における第1と第2の信号の一致度を表わす評価量を演算し、該評価量の変化に基づいて該第1と第2の物体像の相対的な位置ずれ量を求め、該ずれ量から該結像光学系の結像状態を検出する演算手段とを有する焦点検出装置において、該フィルター処理を該相対変位位置に応じて決定されるフィルターを用いて行なっていることを特徴としてい30る。

【0008】又本発明の焦点検出装置としては、焦点検出されるべき結像光学系の結像状態に応じて、相対的な位置関係が変化する第1と第2の2つの物体像を形成する再結像光学系と、該第1と第2の物体像に対応した第1と第2の信号をそれぞれ出力する複数の画素よりなる光電変換手段と、該第1と第2の信号を演算上で順次相対的に変位させ、各相対変位位置における第1と第2の信号の一致度を表わす評価量を演算する際、予め該第1と第2の信号に対して該相対変位位置に応じて決定され50

るフィルターを用いてフィルター処理を施し、該評価量の変化に基づいて該第1と第2の物体像のずれ量を求めて該結像光学系の結像状態を検出する演算手段とを有する焦点検出装置において、

（イ）該演算手段は、第1の原フィルター情報から該フィルターを作成する第1の処理過程と、第2の原フィルター情報から該フィルターを作成する第2の処理過程とを有し、さらに、該第1の処理過程と該第2の処理過程のいずれかを該第1と第2の信号の相対変位量に応じて選択する選択手段を設けたこと

（ロ）該フィルターは、該相対変位量がゼロの場合にも該第1と第2の信号を修正すること

（ハ）該フィルターは原点を挟んで一方には正の成分のみを、他方には正及び負の成分を有していること

（ニ）該光電変換素子はその出力が該評価量を求める演算に用いられる画素の外側にこれらの画素に対する前記フィルター処理のために用いられる画素を有すること等の特徴としている。

【0009】この他本発明の焦点検出装置としては、焦点検出されるべき結像光学系の結像状態に応じて、相対的な位置関係が変化する第1と第2の2つの物体像を形成する再結像光学系と、該第1と第2の物体像に対応した第1と第2の信号をそれぞれ出力する複数の画素よりなる光電変換手段と、該第1と第2の信号を演算上で順次相対的に変位させ、各相対変位位置における第1と第2の信号の一致度を表わす評価量を演算する際、予め該第1と第2の信号に対してフィルター処理を施し、該評価量の変化に基づいて該第1と第2の物体像のずれ量を求めて該結像光学系の結像状態を検出する演算手段とを有する焦点検出装置において、

（ホ）該フィルター処理は焦点検出されるべき結像光学系の口径比に応じて決定されるフィルターを用いて行なわれること

（ヘ）該フィルター処理は焦点検出されるべき結像光学系の射出瞳位置に応じて決定されるフィルターを用いて行なわれること

（ト）該演算手段の中には、該フィルター処理が該相対変位量に応じて決定されたフィルターを用いてなされる第A1の処理過程と、これに続いて実行され、相対変位量に依らずに固定のフィルターを用いてなされる第A2の処理過程とを有し、第A2の処理過程におけるフィルターは第A1の処理過程にて得られた像ずれ量を基にして決定されること

（チ）該演算手段の中には、該フィルター処理が該相対変位量に応じて決定されたフィルターを用いてなされる第B1の処理過程と、相対変位量に依らずに固定のフィルターを用いてなされる第B2の処理過程とを有し、該第B1の処理過程と第B2の処理過程のいずれかを選択する選択手段を設けたこと

（リ）該フィルター処理は焦点検出されるべき結像光学

系の光軸から該光電変換手段によって決定される測距視野までの距離に応じて決定されるフィルターを用いて行なわれること

(ヌ) 該演算手段には、第1の信号に対してフィルター処理を行なう第C1の処理過程と、第2の信号に対してフィルター処理を行なう第C2の処理過程とを有し、第2の処理過程において用いられるフィルターは第1の処理過程で用いたフィルターを反転させて得られる特性より成っていること
等の特徴としている。

【0010】

【実施例】図1は本発明の焦点検出装置の焦点検出系の検出原理を示す要部概略図である。本実施例では撮影光束と測距光束を揃えることによって、被写体像の空間周波数まで考慮した最適ピント位置を得ることを特徴としている。

【0011】まずその構成を説明する。図1において、40は被写体面、41は撮影レンズ、42は撮影レンズ41の予定結像面付近に微細な凹凸からなるマット面42aを持った拡散板、43はフィールドレンズ（コンデンサーレンズ）48は二つの開口部48a、48bを有する絞り、44は撮影レンズ41の光軸L2を中心にして対象に配置された二つのレンズ部44a、44bを有する再結像レンズ（2次結像レンズ）である。この再結像レンズ44は、二つの絞り開口48a、48bを通して光束を収斂し、後方に配置された光電変換素子列46、47上に被写体の二次物体像を形成する。ここで得られた光電変換出力は、後述するマイクロコンピュータに入力され、撮影レンズの焦点検出に供される。

【0012】上記のフィールドレンズ43は拡散板4230での拡散を無視すれば、絞り48と撮影レンズ41との射出瞳とを共役関係に投影する作用を有し、拡散板の拡散特性と、このフィールドレンズの集光特性とによって、撮影レンズの射出瞳上における測距光束の通過領域が決定されている。

【0013】図2は拡散板42の拡散特性を示す説明図である。撮影レンズ41側から垂直に入射する光線Lが再結像レンズ側のマット面42aで拡散する様子を示している。図は、入射角と同じ角度で射出する直進成分が最も強く、これから離れるほど弱くなることを表わし、40撮影レンズ側から入射した光線は、絞り48上である程度の広がりを持つことが理解される。従って、光線逆進の原理により、絞り48上のある点に集束する光束は、逆に射出瞳上においてある程度の広がりを持つことになる。

【0014】図3及び図4はこの説明図で、図3は絞り48の平面図、図4は撮影レンズ41の射出瞳上における絞り48の像を示す概略図である。図3に示すように、二つの絞り開口48a、48bは一つの円を二分割した形状となっている。フィールドレンズ43によ

て、これらの絞り開口48a、48bの像が撮影レンズ41の射出瞳上に形成されるが、拡散板42の作用により、滲みの生じた像となる。図4はこのときの状態を簡略的に示している。

【0015】図4において二つの開口像49a、49bのそれぞれを右斜めの斜線と左斜めの斜線で表わしている。この滲みのために、これらの開口像はその一部が重なりあい、全体としては射出瞳の内側いっぱい広がった形状となっている。この結果、絞り開口像49a、49bの重心間隔を比較的小さくした状態で、射出瞳の広い領域から測距光束を取り込むことが可能である。

【0016】次に、以上の構成による焦点検出装置の測距原理について説明する。

【0017】図5(A)、図5(B)は、このための説明図で、撮影レンズ41から絞り48までの詳細を示している。拡散板42のマット面42aにおける光の拡散については、厳密には波動光学的な解析が必要だが、ここでは、その近似として幾何光学的な説明を加える。

【0018】図5(A)で絞り開口48a、48b内の点G、Hとマット面42aの光軸上の点Eとを通る2本の光線A、Bを考える。簡単のためコンデンサーレンズ43は薄肉で、マット面42aに隣接していると考えたと、点Eから絞り48の開口上の点G、Hを見込む角度は θ_1 である。マット面42aは拡散面であるため連続した微細な凹凸の集合体である。点Eにおけるマット面42aの接平面が図にP1で示した面であるとすれば、光線A、Bはここで屈折し光線A'、B'となる。屈折した2本の光線が撮影レンズ41の射出瞳上に到達する点をそれぞれI、Jとする。

【0019】図5(B)も同様でマット面42aの光軸上の点Eのごく近傍に点Fを設定し、そこでの光線の振る舞いについて考える。点Fにおける接平面を図のようにP2とし、点Fから絞り開口上の点G、Hを見込む角度を θ_2 であるとする。図5(A)と同様に絞り48の開口上の点G、HとFとを通る2本の光線C、Dはここで屈折し光線C'、D'となる。屈折した2本の光線が撮影レンズ41の射出瞳上に到達する点をそれぞれK、Mとする。

【0020】ピント板42の厚みを無視し、図5(A)、(B)で示した撮影レンズ41の射出瞳上の各到達点I、J、K、Mをそれぞれ点E、Fから見込む角度を θ_1' 、 θ_2' とする。点Eと点Fは極めて近距離である。従って θ_1 と θ_2 及び接平面の傾きがともに小さい範囲で納まるとすれば近似的に
 $\theta_1' \approx \theta_2'$
が成立する。

【0021】これは光軸がマット面42aに交わる点から2つの絞り開口を見込む角度が小さい範囲で、ある範囲内に屈折した光線について測距基線長が同一であることを意味している。図2に示したのはマット面による拡

散特性の一例であるが、これは幾何光学的に言うと点Eの回りに様々な方向の接平面が存在し、それらの総合として得られた特性であると解釈することができる。マツト面の拡散特性は光量との兼ねあいである範囲に納まっており、これらの各接平面に対して図5の説明を当てはめることができる。

【0022】又、図5の説明では簡単のため光軸上の点の測距について説明を行ったが、光軸外の点について同様の説明が成立するのは明らかである。従って本発明のような焦点検出装置の測距基線長は絞り48の開口の間隔によって決定され、拡散板の特性には影響されない。

【0023】このような性質から、焦点検出動作は拡散板を有しない従来の焦点検出装置と基本的には同一である。例えば、撮影レンズ41が図の左方向に繰り出されて、いわゆる前ピン状態となると、再次結像レンズ44a、44bによって各々の光電変換素子列46、47の受光面上に投影されていた被写体像（物体像）が、それぞれ矢印方向にずれ、この物体像の相対的ずれ量に応じた光電変換素子列46、47の出力変化により、前ピン状態であること及びその量が検出されることになる。また、後ピン状態の場合には、各々の物体像が、前ピン状態の場合と逆にずれるので、後ピン状態であることと、その量が検出される。

【0024】以上の説明のように、この焦点検出装置では、拡散板を利用して、測距基線長を必要以上に長くすることなく明るいFナンバーの測距光束を取り込めるように構成しているため、被写体像の空間周波数に応じた最適なピント位置の検出が可能となっている。また、これから説明するように、拡散板として一眼レフカメラのピント板を用いると言った応用も可能である。

【0025】図6は本発明の焦点検出装置を一眼レフカメラに適用したときの要部概略図である。

【0026】図中80は一眼レフカメラ本体、82は撮影レンズ81を光軸方向に移動可能に保持するレンズ鏡筒、83は可動ミラーである。可動ミラー83は被写体観察時には下降した状態にあって、撮影レンズ81からの光束を上方に偏向してファインダ及び本発明になる焦点検出系へ導く役割をする。又、83は撮影時には写真フィルム92の露光開始直前に撮影レンズからの光束をけらない位置まで跳ね上げられ、露光終了とともに再び図1の状態に戻される。

【0027】次にファインダ及び焦点検出系であるが、84は撮影レンズ81によって被写体像の投影されるピント板で、同時に測距光束を拡散する役割をしている。85はコンデンサーレンズ（フィールドレンズ）、86はペンタプリズム、87は焦点検出系へ光束を分割する光分割器、88は接眼レンズである。ピント板84の光入射面には、測距光束をピント板84の光射出面側に形成されているマツト面84cに対し垂直に近い角度で入射させるための球面部84aが形成され、測距視野外と

なる周辺部にはフレネルレンズ84bが形成されている。マツト面84cは予定結像面の曲りを補正するため、球面部84aに対応した部分が僅かに凸面になっている。マツト面84cで拡散した光線は、その後方に配置されたコンデンサーレンズ85により接眼レンズ88の配置に適合するように屈折させられる。次いで光線はペンタプリズム86と光分割器87のハーフミラー面87aを通過し接眼レンズ88の方向に偏向され、接眼レンズ88を通過後に観察者の目に達する。

【0028】接眼レンズ88の直前に置かれた光分割器87はハーフミラー87aにより接眼レンズに到達すべき光の一部を上方に反射させ、その反射光束を焦点検出に利用させる役割を果たす。遮光マスク89以下は焦点検出系で、90は透明プラスチックより成る2次結像レンズ（再結像レンズ）、93は絞り、94は導光プリズム108、108h1、108h2は多数の画素よりなる光電変換素子の画素列で、該画素列は透明樹脂製パッケージ95によって保持されている。絞り93は2次結像レンズ90、コンデンサーレンズ85、ピント板84の球面部84aにより撮影レンズ81の射出瞳上に投影される。又、2次結像レンズ90はピント板のマツト面84cを光電変換素子108h1、108h2上に投影する役目も果たしている。マツト面84cの拡散作用により図1で説明したのと同様被写体の投影像は滲んで広がりをもった状態となっている。

【0029】図7、図8はこのように構成された焦点検出光学系を光軸に沿って展開したものである。図7はファインダー視野短辺方向の断面、図8は長辺方向の断面を示している。図中186及び187はそれぞれペンタプリズム86、光分割器87を光路に沿って展開したのと等しい光路長をもつ等価平行平面部材である。

【0030】コンデンサーレンズ85は観察系に対しては接眼レンズ88と撮影レンズ81の射出瞳とを互いに投影関係に導くことによってファインダー全視野を明るく見せる作用、焦点検出系に対しては該系の絞り93と撮影レンズ81の射出瞳とを同じく投影関係に導いて広い測距視野を得る作用を合わせ持っている。これは接眼レンズ88と絞り93を光学的にほぼ等価な位置に配置することによって実現できる。

【0031】この2つの作用を両立させる際、焦点検出系の投影関係では該検出系のディストーションが検出精度に影響を与えるため、コンデンサーレンズ85の両面の曲率に制限を加えることは難しい。一方、観察系の投影関係については所定のパワーさえ得られれば曲率にある程度の制約を加え、任意の値に故意に持つていくことも可能である。この特性を利用してカメラの小型化を計るため、コンデンサーレンズ85の第1面は2つの曲率の部分により構成されている。

【0032】図9はこの様子を示したものでコンデンサーレンズ85を光入射方向より観察した平面図である。図

中85aは曲率を有する球面部、85bは平面部である。球面部85aの径はこの内部に測距用の光束が通過する範囲が含まれるように設定されており、この外側の平面部は観察系の都合によって曲率に制限を加えた結果である。このように周辺に平面部を設けることにより、光入射面全体に曲率を設ける場合に比べコンデンサレンズ85の厚さを極めて薄くすることが可能である。この場合、球面部85aと平面部85bとの境界は不連続となるが、本実施例では領域によって異なる屈折力の不連続を、ピント板84の形状を工夫することによって解決している。図10(A)はピント板84を光入射方向からみた平面図、図10(B)はその断面図である。図10(A)に示されているようにピント板84も2つの領域、即ち球面部84aとフレネルレンズ部84bによって構成されている。コンデンサレンズ85とピント板84に形成された各々2つの領域の境界部は、接眼レンズ88を通して光軸上の基準位置から撮影者がファインダーを観察したとき、互いに重なるような大きさに設定されている。

【0033】図10(B)は前述のようにピント板84 20の断面を示している。図中の2本の接線V、Wから分かるようにフレネルレンズ部84bは球面部84aに付加される形で付いている。このためフレネルレンズ部84bの屈折力は球面部84aより大きく、結果として対応関係にあるコンデンサレンズ85の平面部85bが持っている球面部85aに対する屈折力の低下を補う形となっている。即ち、観察系における接眼レンズ系に対する前述の投影関係を視野全体にわたって満足させるため、対応関係にあるピント板84の球面部84aとコンデンサレンズ85球面部85a、ピント板84のフレ 30ネルレンズ部84bとコンデンサレンズ85の平面部85bの総合屈折力はコンデンサレンズ85の射出面で考えた場合、合致するようになっている。

【0034】次に焦点検出系の結像関係について再び図7、図8を参照しながら説明を加える。2次結像レンズ90は2対のレンズ部を一体に形成した光入射面と撮影レンズの光軸と同軸の曲面をもつ光射出面よりなる一種の両凸マルチレンズである。図11は2次結像レンズ90を光入射方向からみた形状を示すもので、中央のレンズ部90c、90dを挟んでその上下にレンズ部90 40a、90bが配置されている。マルチレンズでは90aと90b、90cと90dがそれぞれ対をなし、撮影レンズ81の結像状態に対応して相対的位置の変化する2対の物体像を形成する。これらのマルチレンズは総て球面で構成されており、その球心はピント板84のマット面84cの光軸上の位置から絞り93の4つの開口の重心を通過するそれぞれの光線が、該開口に対応する各マルチレンズに対してほぼ垂直に入射するように設定されている。

【0035】2次結像レンズ90の光射出面90eは前 50

記マルチレンズ90a~90dに共通の球面で、その光軸は撮影レンズ81と共通である。光射出面90eの球心は2次結像レンズ90に対する物体面であるピント板84のマット面84cの近傍と、光学的に等価な位置に設定されている。即ちペンタプリズム86、光分割器87の光路長を空気換算したとき、マット面84cの中心はほぼ2次結像レンズの光射出面90eの球心と合致する。前述したように2次結像レンズ90では光入射面側でもピント板84のマット面84cの光軸上の位置を発し、絞り93の各開口の重心を通過する4本の光線が入射側のマルチレンズ90a~90dに垂直入射する。従って、前記4本の光線が射出面90eからほぼ垂直に射出する光学系となっているのが本発明の大きな特徴である。

【0036】このように2次結像レンズ90は、ピント板84cの中央を発して絞り93の各開口の重心を通過する光線、即ち各マルチレンズ90a~90dを通過する光束の重心となる光線を曲げずに光電変換素子108に導くように構成されている。この事実は物体からの光の波長が対象により色々と変化した場合でも、対となる2つの像の間隔変化を極めて小さくすることが可能なことを意味している。従って従来問題となっていた焦点検出系の色収差の影響による物体の色に対応した検出誤差は殆ど無い。

【0037】本発明のような光学系の構成を取る場合、光電変換素子108のチップ面積を小さく保ちつつ測距視野を大きくするため、2次結像レンズ90による結像倍率は-0.2から-0.5倍程度に設定するのが望ましい。図7、図8に示したのは約-0.2倍の例である。一般にこのような縮小結像系を1枚の凸レンズで構成する場合、収差分担の原則から光入射面の曲率を強くし、光射出面側の曲率を弱くすることで、収差を小さくして投影される点像を小さくできることが知られている。図7、図8に示されている様に2次結像レンズ90の光射出面90eは入射側のマルチレンズに対し共通で、しかもその球心が光学的にマット面84c付近という制約から弱い曲率しか持ちえない。一方、径の小さい光入射側のマルチレンズは射出側の曲率が弱いのを補って結像倍率を保つため曲率が強くなる。図7、図8に示した実施例はこの意味でも収差分担の原則に則っており、小さい点像を実現することができる。焦点検出光学系において小さい点像が実現できるということは、より細かいパターンまで測距出来るということであり、検出性能の向上に役立つところが大きい。

【0038】形成された2対の物体に関する光量分布の位置と、これを受光する光電変換素子の画素列との位置はカメラの測距精度を満足させるために数 μm 以下の精度で整合させる必要がある。本発明のように2対のレンズ部を一体に成型した二次結像レンズと、それに対応する画素列を一つのチップ上に配列した光電変換素子とを

用いる系の製造上の最大の問題点は、二次結像レンズ内での光軸の位置合わせに集約される。本実施例における二次結像レンズは光射出面を2対のマルチレンズ部に共通な一つの球面で構成することにより、上記問題を解決したものである。

【0039】プラスチック製である二次結像レンズは射出成型法あるいは圧縮成型法により製造される。このさい問題となるのは先に述べたように個々の二次結像レンズの光入射面と光射出面とのずれと、各二次結像レンズ同志のずれである。特に本発明のように2対の二次結像レンズを用いるとき、該二次結像レンズがばらばらでその4つの光軸が金型の入射と射出の両部分にある場合には、相互間の精度を達成することが非常に困難である。特に金型の光入射面と光射出面とを構成する部分で相互回転の成分となるものの精度は厳しく、これに誤差があるとその量に応じて個々の二次結像レンズの像が収差で複雑な変形を受ける。この結果対となる像を形成すべき二次結像レンズ同志の点像が互いに相似形ではなくなってしまう。

【0040】実際の焦点状態の検出は撮影レンズ81から二次結像レンズ90を介する系で、被写体となる物体の像が夫々の光電変換素子に対となって結像されることで行われる。ここで例えば撮影レンズ81が図7、図8で左方に繰り出されていわゆる前ピン状態になると、光電変換素子の受光面に結像されている対となっている物体の像が近づく方向にずれる。この像同志の相対的なズレに応じた光電変換素子の出力変化により前ピン状態であること、及びその量が検出される。後ピン状態のときには、対となる像が前ピン状態の場合と逆方向にずれるので、後ピン状態であること、及びその量が検出される。

【0041】この様に焦点状態の検出は対となる像の間隔をもって行われるので、対となる像自体の不一致はそのまま測距誤差として表われる。本実施例のように光射出面が各光束に対し共通の球面であれば相互回転の影響は全くなく、容易に製造が可能となる。

【0042】二次結像レンズを透過した光束はその後に配置された絞り93に入射する。絞り93は図7、図8に示すように二次結像レンズ90からやや離れて配置され、二次結像レンズ90を構成するマルチレンズに対応した二対の開口を有している。図12は絞り93の平面図で、開口部の形状を示したものである。二次結像レンズ90a~90dに対応して開口部93aと93b、93cと93dがそれぞれ対をなし、開口重心同志の距離が測距基線長に相当する量となる。図より明らかなように開口93aと93bで決定される測距基線長の方が、開口93cと93dで決定される測距基線長よりも長く設定されているのが特徴で、これを利用して光電変換素子のチップ面積を小さくするとともに、系全体のコンパクト化が計られている。

【0043】93a~dの4つの開口はいずれも2つの

弧に囲まれた形状となっている。外側の弧の形状は、その弧がピント板84の球面部84a、コンデンサーレンズ85及び二次結像レンズ90を介して撮影レンズ81の射出瞳上に投影されたとき、像が撮影レンズ81の光軸を中心とする円弧となるように設定される。内側の弧は対となるもう一方の開口の外側の弧を他方に平行移動させることにより決定されるもので、これで対となる開口の形状は互いに同一となる。従って対となる二次結像レンズ系の撮影レンズ81上での有効径の形状は後述するように一致し、測距光束がケラレない範囲で物体像がデフォーカスしても光量分布の相似性は損なわれない。

【0044】ここで特に注目しなければならないのは絞り93の外側の円弧の形状である。二次結像レンズ90の構成が撮影レンズ81とは偏心系になっている関係から、絞り93の外側の弧の中心は撮影レンズ81の光軸が絞り93と交わる点Qとは異なっている。図12で説明すると開口93aの外側の弧Rの中心はPであり、撮影レンズ光軸との交点Qから長さSだけ偏心している。ここで外側の弧は二次結像レンズ90の球面部90a等を通して撮影レンズ81の射出瞳上に投影された時、その像が撮影レンズ81の光軸を中心とした弧となるように偏心されるため、光束を最も効率良く取り込むことができる。図13は絞り開口の投影像の説明図である。101は撮影レンズ81の射出瞳、102a~102dはそれぞれ絞り開口93a~93dの投影像である。互いに対となる絞り開口間の距離は測距基線長に対応している。ピント板84のマット面84cが光路中にあるため、絞り93の像は滲みを生じ図2に示したような拡散特性に従った広がりを持っている。図13でハッチングで示したのはこの滲みを表わしたものである。なお、絞り93の位置を二次結像レンズ90の背後に置いたのは画角に対する点像の均一性を良くするためである。

【0045】図14に示したのは二次結像90レンズ90の直前に置かれる遮光マスク89の形状である。遮光マスク89には3つの開口89a~89cがあり、その他の部分は遮光部となっている。この遮光効果で二次結像レンズ90の4つのマルチレンズ90a~90dの接合部の段差で発生するゴーストを未然に防いでいる。本発明で説明してきた焦点検出光学系はペンタプリズム86を介しているために全長が長いということは既に述べた。一方測距精度を向上させるためには、絞り開口93の重心間隔を広く取らねばならない。この結果物体の対となる光量分布は互いにかなり離れた位置に形成される。図15は測距視野と撮影画面との関係を示す図である。撮影画面103に対して測距視野104a~104jを図のように十字形に配置した場合、これを二次結像レンズ90によって単純に投影すると対となる二次物体像はかなり離れた位置に形成され、大きなスペースの画素配置が必要となる。

【0046】図6、図7、図8に示した実施例は上記の

ような問題点を考慮して導光プリズム94を用いて光電変換素子のチップサイズを小さくしたものである。図17及び図18は導光プリズム94周辺の部分拡大図及び斜視図である。図17は図7に対応する断面を示したもので、この断面において透明プラスチック部材で作られる導光プリズム94は94a~94fという6つの光学面を持っている。これら6つの面は光路を撮影レンズ81の光軸方向に折り畳む作用と、不要光をカットする作用と同時に持っている。

【0047】図17において絞り開口93a及び93b10を通過した光束は導光プリズム94の入射面94aに入射する。光束は次いで全反射面94b、94c及び全反射面94d、94eでそれぞれ2回反射した後、光射出面94fから光電変換素子107に向かって射出する。一方、図18を参照すれば分かるように絞り開口93c及び93dを通過した光束は導光プリズム94に開けられた2つの開口部94g及び94hを通して、光電変換素子107に直接到達する。二次結像レンズ90から光電変換素子107までの光学的距離は、導光プリズム94の反射を介するか否かで光路長差を生じるが、反射光路がプラスチック部品の中にあるため実質的に短くなり、両者の差は僅かである。又、二次結像レンズ90のマルチレンズの2対のレンズ部の曲率は夫々独立に選べるため、上記2種類の光路に対して最適な結像を実現することができる。

【0048】上記のような導光プリズム94を用いることにより、光電変換素子107は効率的に小型化される。図16はこの様子を示すものである。図中107が光電変換素子で、測距視野104a~104eに対応する画素列が108a1~108e2、測距視野104f30~104jに対応する画素列が108f1~108j2となっている。添字の意味は同じ測距視野でも対となる2次結像レンズ90を通して形成された2つの像の対応を示している。ここでは測距視野104a~104eに対応する画素列108a1~108e1と108a2~108e2に挟まれた領域に測距視野104f~104jに対応する画素列108f1~108j1及び108f2~108j2が位置し、無駄な領域がなくなっている。光電変換素子自体が小さくなったことによるコスト上のメリットは言うまでもないが、導光プリズム94の40導入は光路の折り畳みでカメラ本体自体の小型化にも効果的である。

【0049】特に、測距基線長の長い測距視野の画素列を内側に、測距基線長の短い測距視野の画素列を外側に配することによって一層の小型化が図られている。こうすることにより、コスト的にきわめて有利となることは言うまでもなく、さらには、カメラの小型化のためにも有効である。

【0050】以上に説明した焦点検出装置は、特に厳密なピント合わせが要求されるFナンバー（口径比）の小

さい明るいレンズに対して有効である。ところが、一眼レフカメラのように撮影レンズを交換できるシステムではFナンバーの大きい暗い撮影レンズが装着されることもあるわけで、このような場合には測距光束が撮影レンズでケラレてしまう。次に、様々な撮影レンズに対応した焦点検出の処理方法について説明する。

【0051】まず、図19は測距光束のケラレの様子を説明するための斜視図である。図15に示した測距視野のうち104jに入射すべき測距光束だけを示したものである。同図に於いて、150aは図13に示した絞り開口像102a、102bの最外形、151、152は比較的暗い撮影レンズの射出窓の例である。

【0052】一般に、写真用レンズは撮影画面の中央以外では口径蝕と呼ばれる瞳面積の低下を生じる。これは、像面上のある点からみて絞り開放状態の光束の幅を決めている面が二つ以上あることに起因しこれを射出窓と呼ぶ。例えば、この面は最前部のレンズと最後部のレンズになる。図に示した二つの射出窓151、152は、この一般例である。ただし、測距光束のケラレ具合と言う観点からすれば、後述するように、これらを一つの中間的な射出瞳で代表させて考えても差し支えない。

【0053】さて、図のように空間にある程度の距離において配置された二つの円を通して測距視野104jに光が達する状態を考える。ここでは、他の測距視野位置に対しても測距光束の通過範囲を固定して扱えるように、焦点検出光学系の絞り開口の像の形成される面で撮影光束の通過範囲を考えると、実際に光がここを通過するのは破線で示した領域153の内部にすぎない。従って、この外側にも絞り開口の像があると言うことは、測距光束にケラレが生じていることを意味している。図では測距視野104jの測距光束のみを示したが、他の測距視野についても同様に射出瞳を投影すれば、ケラレ具合を知ることができ、撮影画面103の中央でケラレにくく、周辺に行くほどケラレやすいという傾向を示す。

【0054】ところで、撮影レンズと再結像レンズによって形成される像のデフォーカスが大きくなれば光電変換素子上の点像は絞りの形に近くなることから、このように測距光束がケラレている場合にはその点像のボケ具合は左右非対称である。しかも、対となる二次物体像でボケ方は裏返しの関係となり、結果として二つの像の相似性はかなり低下している。前述したようにデフォーカス量を算出する際には、対となる二次物体像の相対距離を求めるわけで、このように相似でない像に対しての演算精度はきわめて悪い。このような理由から、開放Fナンバーの大きい暗い撮影レンズに対しては非対称にばけた像を修正し、像ずれ演算の精度を低下させないための手段が必要である。以下、この修正手段について詳述する。

【0055】まず、図20(A)~(C)及び図21

(A) ~ (C) は撮影レンズの特性の違いによって測距光束のケラレ具合がどう変わるかを説明するための図で、図20は、図15に示した測距視野のうち104jへの光路を上方視した平面図、図21は測距光学系の絞り像が形成される面に於いて撮影光束が通過する範囲を示した図である。

【0056】図20に於いて、一点鎖線169は撮影レンズの光軸、破線156は絞り開口像の投影面、破線155は測距光束で、いずれも図20(A) ~ (C)に共通である。また、157、158、159は、それぞれ、撮影レンズの射出瞳の例であって、図19に示した二つの射出窓をこれらの中間位置で代表させたものである。図20(A)は比較的撮影画面に近い場合、図20(B)は絞り像の面156と一致した場合、図20(C)は比較的撮影画面から遠い場合を示している。これらの射出瞳を通った光束が図中160から168で示した実線で、最も内側がFナンバー（口径比）5、6中間がFナンバー4、最も外側がFナンバー2、8の例である。尚、図は分かり易くするために縦方向を拡大して示している。絞り像面156に於いて、測距光束155と上記の射出瞳を通った光束との共通領域を調べれば測距光束のケラレ具合を知ることが可能である。

【0057】但し、先に説明したように、測距光束は拡散板を通過しているため瞳面での強度分布は均一ではない。そこで、この強度分布をも含めて、ケラレ具合をさらに詳しく知るため、図19と同様に絞り開口像の投影面に注目して、この面に於ける測距光束と撮影光束との関係を示したのが図21である。図の(A) ~ (C)は、図20(A) ~ (C)に対応し、図21(A)は射出瞳位置が比較的撮影画面に近い場合、図21(B)は絞り像の面156と一致した場合、図21(C)は比較的撮影画面から遠い場合を示している。

【0058】図に於いて、点180が撮影レンズの光軸169に相当する位置であり、181は、一対の測距光束のうち、簡単のため一方の広がりのみを表したもので、点の大きさが有効光束の密度を表わしている。測距光束181に重ねて描かれた円183~191は撮影レンズの射出瞳であり、最も内側がFナンバー5、6、中間がFナンバー4、最も外側がFナンバー2、8である。実際の測距光束は、軸182に対して線対称な位置にも分布しており、測距光束のケラレは、軸182に対して対称な形状である。

【0059】図20、図21によれば、撮影光束が明るいほど、さらに、絞り開口像の投影面156と射出瞳面が近いほど測距光束はケラレにくいということが理解される。

【0060】さらに、測距視野を変化させた場合の様子を示したのが図22である。ここでは、図15に示した測距視野104iに入射する光束について説明する。

【0061】図に於いて、一点鎖線169は撮影レンズ

の光軸、破線156は絞り開口像の投影面であり図20と同様である。破線200はこの測距視野での測距光束で、撮影レンズの射出瞳157、158、159を通った光束が、それぞれ201から209で示した実線で示されている。最も内側がFナンバー5、6、中間がFナンバー4、最も外側がFナンバー2、8の例である。

【0062】図20と図22とを比較することにより明らかなように、測距視野の位置がいずれの場合にも、射出瞳径が小さいほど、また、射出瞳位置が絞りの像が形成されている面から離れるほど、測距光束のケラレる割合は大きくなるが、その程度は、測距視野の位置が撮影レンズの光軸169に近いほど小さい。

【0063】以上に示したような測距光束のケラレのため、光電変換素子上の一対の像は結像状態に応じて極めて特徴的な形状となり、その形状は射出瞳径、射出瞳位置、測距視野位置、それから、再結像レンズの収差の関数となる。このボケ像の形状は従来の測距演算に対して不都合を生じ、測距精度を維持するためには、何らかの修正手段を必要とする。尚、ここで撮影レンズの収差が考慮されないのは、一般に再結像レンズが一枚のレンズで構成されるために、そこで発生する収差が撮影レンズで発生する収差に比べてきわめて大きいという理由からである。

【0064】次に本実施例においてボケ像の修正原理について説明する。一般に、光学系による物体像は、その光学系の特性で決まる点像と物体の輝度分布との畳み込み積分として与えられる。点像は光学系のインパルス応答に相当し、このインパルス応答のフーリエ変換である伝達関数を元に、適応した逆フィルターを作成して点像に対して作用させれば、点像を元の点に復元することができる。また、逆フィルターを一般の物体像に作用させれば元の物体の輝度分布が得られる。これをここで説明する焦点検出光学系について当てはめて考えると、光電変換素子上に形成される被写体像は点像と被写体の輝度分布との畳み込み積分であり、さらに、適当な逆フィルターでもとの被写体輝度分布に戻すことが可能であると言うことである。

【0065】ただし、焦点検出は相対的な像の間隔を調べることで行われるため、光電変換素子は一次元のラインセンサーである。従って、センサーの出力に対して行なう像データの修正は、先に説明した点像を画素列に直交する方向に積分して得られる線像の修正として考えればよい。また、ここで必要になるボケ像の修正では必ずしも線像を完全な線にまで戻す「復元」が必要というわけではなく、測距光束のケラレによって生じた左右非対称な線像を少なくとも対称な形に戻せば、対となる二像の相対距離を求めることが可能となる。

【0066】次に、図を用いてさらに詳しく説明する。図23及び図24は、ボケ像とその修正フィルターで、(A)、(B)、(C)はそれぞれ修正フィルター、像

データ、修正された像データである。焦点検出光学系によって形成される一対の二次物体像を、それぞれOA (i), OB (i), 修正像データをA (i), B (i)として表わしている。測距光束は拡散板を通して再結像光学系に取り込まれるため、撮影レンズの開放Fナンバー(口径比)によってはケラレを生じ、その結果左右非対称になった線像が図(B)である。二つの測距光束のケラレ方は、撮影レンズの光軸に対して対称であるため、それらの線像は丁度裏返しの関係になる。また、図のように線像がある程度の広がりを持つのは撮影レンズがデフォーカスしている状態であり、二つの像の距離は合焦状態とは異なっている。図23(B)の像OA (i)が左に、図24(B)の像OB (i)が右にそれぞれ偏って描かれているのはこのような理由からである。さらに、測距光束がケラレていないときに比べて、二像の間隔は狭くなっており、このことは、後述する像ずれ敏感度の演算に於いて考慮する必要がある。

【0067】さて、この線像を修正するためのフィルターが図(A)である。図に於いてFOFは修正フィルターの横軸の原点で、後で説明する修正フィルターの反転のために用いる、即ち演算手段には、第1の信号に対してフィルター処理を行なう第C1の処理過程と、第2の信号に対してフィルター処理を行なう第C2の処理過程とを有し、第2の処理過程に於いて用いられるフィルターは第1の処理過程で用いたフィルターを反転させて得られる特性より成っていることである。

【0068】また、AXXはフィルター成分の値の原点を示している。前述のように二つの線像が裏返しの関係になっているため、図23(A)のフィルターと図24(B)のフィルターも裏返しの関係にある。従って、カメラ内にはどちらか一方の形状が格納されていればよく、後述する原フィルター情報を効率的に用いることができる。また、この修正フィルターの形状は、線像の非対称性を取り除くとともに、修正像があまり元の線に近づき過ぎないように配慮されている。と言うのは、線に近いところまで戻すような修正フィルターには高い周波数を極めて大きく増幅する特性を持たせる必要があり、光電変換素子の熱雑音によるランダムノイズのうち特に高周波成分に対して弱いためである。元の像データに重畳している高周波ノイズを拡大し過ぎると、二像の相関性が低下し測距精度が低下する。このフィルターの形状について図23で説明すると、像OA (i)の右側に引いた裾を引き締める作用をおもにフィルターの右側が、左側の短い裾をもっと伸ばす作用をおもにフィルターの左側が受け持っている。後の説明を助けるため、この復元作用部をZR部(例えば図23(A))のFOFよりも右側部分)、対する拡散作用部をZS部(例えば図23(A))のFOFよりも左部分)と呼ぶことにする。ZS部を正のみの成分で、ZR部を正及び負の成分で形成することによって上記のように像を線にまで復元するこ

となく、左右の裾の引き方を均等にしている。

【0069】即ちフィルターは原点を挟んで一方には正の成分のみを、他方には正及び負の成分を有していることである。

【0070】像修正を行なうためには、図23、図24(B)に示した線像と(A)に示した修正フィルターとの畳み込み積分を行なう。この結果が、(C)に示す修正像データである。図に示すとおりそれぞれの修正像データが左右対称形となることによって図23(C)、図24(C)に示した像の相対距離を精度よく演算することが可能になった。

【0071】以上は、まず、線像の修正について説明した。次に、線像と被写体輝度分布との畳み込み積分である一般の被写体像の修正について説明する。図25はこの説明図で、被写体として白-黒のエッジを選び測距視野の中央に置いた状態を示している。図(A)は対となる二次像の像データを重ねて描いた図、図(B)はその修正像データである。実線で描いた像データ図23

(B)の点像の重ね合わせとして、破線で描いた像データは図24(B)の点像の重ね合わせとして形成されている。従って、点像の形状が異なっているのだから、当然二つの像の形状は異なった物となる。

【0072】このような像データに対して、修正フィルターをそれぞれ作用させた結果が図(B)である。実線の像データには図23(A)に示した修正フィルターを、破線の像データには図24(B)に示した修正フィルターを掛けている。この結果、二つの像の形状は同一になり像同志の距離を正確に計算することが可能である。

【0073】また、撮影レンズのデフォーカスが小さいときには、図26に示すような像データが得られる。点像の大きさが小さいために像はシャープで、しかも二つの像の相対距離が図25とは異なる。この場合には、撮影レンズの一次結像面上のボケ像の大きさがデフォーカスにほぼ比例して変わることから、デフォーカスに応じて修正フィルターの横軸倍率を変えることで、図25の場合と同様に像の修正が可能である。具体的には、図23(A)、図24(A)のフィルターを横軸方向に圧縮して用いれば、図26(B)の様な修正像が得られる。これについては、後述するフローチャートの説明の中でもう一度述べる。

【0074】図27は本発明を実施するのに適したカメラの焦点検出装置の一例を示すブロック図である。

【0075】図中PRSはカメラの中央演算回路で、たとえばCPU、RAM、ROM、ADC(A/Dコンバータ)および入出力ポート等が配置された1チップマイクロコンピュータであり、前記のROM内にはAF制御を含む一連のカメラの制御用ソフトウェアおよびパラメータが格納されている。PRSは演算手段の一部を構成している。

【0076】DBUSはデータバス、SHTは前記中央演算回路PRSより制御信号CSHTが入力している間データバスDBUSを介して入力するデータを受け付け、そのデータに基づいて不図示のシャッタ先幕及び後幕の走行制御を行うシャッタ制御回路、APRは制御信号CAPRが入力している間データバスDBUSを介して入力するデータを受け付け、該データに基づいて不図示の絞り制御機構を制御する絞り制御回路、SWSはリリーススイッチ、連写モードスイッチ並びに各種情報設定用のスイッチ、後述の画面略中央部のみを考慮する焦点検出を行うか画面の略中央部及び周辺部を共に考慮する焦点検出を行うかを選択するスイッチ等のスイッチ群である。LCOMは制御信号CLCOMが入力している間データバスDBUSを介して入力するデータを受け付け、該データに基づいてレンズ制御回路LNSUとシリアル通信を行うレンズ通信回路でクロック信号LCKに同期してレンズ駆動用データDCLをレンズ制御回路へ伝送し、それと同時にレンズ情報DLCがシリアル入力する。

【0077】BSYは不図示の焦点調節用レンズが移動中であることをカメラ側に知らせる為の信号で、この信号が発生しているときは、前記シリアル通信は行われない。SPCは測光回路であり、前記制御回路からの制御信号CSPCを受け取ると測光出力SSPCを中央演算回路PRSへ送る。測光出力SSPCは中央演算回路PRS内部のADCでA/D変換され、前述のシャッタ制御回路SHT及び絞り制御回路APRを制御するためのデータとして用いられる。

【0078】220は焦点検出用の補助光を投射するための投光回路で中央演算回路PRSからの制御信号ACT及び同期クロックCKによりLEDを駆動し発光させる。

【0079】SNSは一对のラインセンサ108a1、108a2・・・108j1、108j2を複数有する測距用受光回路で、それぞれの測距用受光回路は画面の各検出視野104a～104jに対応した位置の像を受光するように構成されている。SDRは前記中央演算回路PRSより入力する信号STR、CKに従って各受光回路1～5を制御するセンサ駆動回路で、制御信号φ1、φ2、CL、SHにより受光回路1～5を制御し、選択信号SEL1～SEL5により受光回路1～5のいずれか1つを選択して、その選択した受光回路から得られる像信号SSNSを中央演算回路PRSに送信する。

【0080】図28はレンズ制御回路LNSUがレンズの焦点距離情報、距離環情報を得る様子を示したもので、ブラシで距離環の位置、ズーム環の位置デフォーカス量対焦点調節レンズ繰り出し量の係数などが、5ビットの信号に変換されてレンズ制御回路LNSU内のCPUで演算され、レンズ情報DLCとしてレンズ通信回路LCOMを介して中央演算回路PRSに入力される。な

お、この場合の距離環の位置情報は直接合焦演算に使用するわけではないので、それほどの精度は必要としない。

【0081】上記構成によるカメラの動作について、図29のフローチャートにしたがって説明する。

【0082】不図示の電源スイッチがオンとなると、中央演算回路PRSへの給電が開始され、PRSはROMに格納されたシーケンスプログラムの実行を開始する。

【0083】図29は上記プログラムの全体の流れを表すフローチャートである。上記操作にてプログラムの実行が開始されると、ステップ001を経てステップ002において、リリースボタンの第1段階押圧によりオンとなるsw1の状態検知がなされ、sw1オフの時にはステップ003へ移行して、PRS内のRAMに設定されている制御用のフラグ、変数を全てクリアし、初期化する。上記ステップ002、003は前記sw1がオンとなるか、或は電源スイッチがオフとなるまで繰り返し実行される。sw1がオンすることによりステップ002からステップ011へ移行する。ステップ011では後述するタイマ割り込みの割り込み動作を許可する。これによりステップ012以降のステップ中で定期的にタイマ割り込み動作が実行され、種々の状態検知がなされる。

【0084】ステップ012では露出制御のための「測光」サブルーチンを実行する。PRSは測光用センサSPCの出力SSPCをアナログ入力端子に入力し、A/D変換を行ってそのデジタル測光値から最適なシャッタ制御値、絞り制御値を演算してそれぞれをRAMの所定アドレスへ格納する。そして、リリース動作時にはこれら値に基づいてシャッタ及び絞りの制御を行う。

【0085】続くステップ014は像信号の入力とデフォーカス量の演算を行うサブルーチンで、PRSはセンサ装置SNSから像信号の入力を行った後、この像信号に対してフィルター処理を行い、像ずれ方式に基づいた所定の演算を施して撮影レンズのデフォーカス量を出力する。このステップの具体的な動作については後で詳述する。

【0086】ステップ015は上記検出されたデフォーカス量DEFに基づいてレンズ駆動を行うサブルーチンで、これについての詳細は後述する。

【0087】ステップ016ではステップ011にて許可したタイマ割り込みを禁止、以降のステップ017～019で割り込みが入らないようにする。ステップ017ではリリース釦の第2段階押圧によりオンするsw2の状態検知を行い、オフの場合はステップ018へ、オンの場合はステップ019へ移行する。ステップ018、019のAFFLGは上記ステップ012～015のAFがsw1のみオンによる状態下で完了したか、或はsw2もオンの状態下で完了したかを規定するフラグである。従ってsw2がオフの時、すなわちsw1のみ

がオンでAFが完了した場合には、AFFLGに「0」が格納され、sw2がオン状態でAFが完了した場合には、AFFLGに「1」が格納される。ここでは、まずsw2がオフで、AFFLGが「0」とする。

【0088】以上のステップ002、011~018がsw1のみオン状態でのAFであるが、次に該フロー中のステップ012~015中に入るタイマ割り込み動作について説明する。

【0089】ステップ021のタイマ割り込みは、定期的にsw2、チャージ・給送状態及びAF履歴をモニタして、リリース動作に移行すべきか否かを検知する割り込み機能で、ステップ012~015実行中に例えば5msec毎に割り込みが行われる。

【0090】以下各ステップについて説明する。

【0091】ステップ021を経由してステップ022ではsw2の状態を判別し、オフならステップ023にて割り込みリターンする。すなわちsw1のみオンでAFを繰り返している最中は5msec毎に該割り込みが行われても、sw2がオフなので、直ちにリターンしてしまう。

【0092】ステップ022にてsw2がオンの時はステップ024へ進み、スイッチSWCHの判別を行う。該スイッチSWCHがオフである場合は、既にリリースが行われた後のチャージ・給送動作中であるので、まだリリースは出来ない。従ってステップ023にてリターンし、AF動作を継続すると共に、チャージ動作も継続する。

【0093】ステップ024にてスイッチSWCHがオンならチャージ・給送が完了したので、ステップ025にてチャージ・給送停止信号を出してMTR1を止め、ステップ026へ移る。

【0094】ステップ026ではフラグAFFLGの判定を行う。AFFLG=1ならsw2オンの後、少なくともAFは1回完了しているので、ステップ027のリリース動作へ移行する。AFFLG≠1すなわち「0」の時はsw2がオンになってからまだAFが1回完了していないので、ステップ023にてリターンし、リリース動作は行わない。

【0095】続いてステップ028にてAFFLGを「0」にリセットしてステップ029にてチャージ・給送の開始を行う（これはMTR1の回転により行う）。そしてチャージ・給送の開始を行いながらステップ002に戻り、ステップ011より次の焦点検出動作を開始する。

【0096】図30に「AF」サブルーチンのフローチャートを示す。

【0097】まず、ステップ402に於いて、全ての測距視野の測距情報に従って焦点調節を行なう全視野検出モードか、あるいは、画面中央部の測距視野のみで焦点調節を行なう特定視野検出モードかの判断を行なう。全

視野検出モードであればステップ403に移行し、特定視野検出モードであればステップ405に移行する。尚、この検出モードの設定は、図27に示したスイッチSWSによって撮影者が行なう。

【0098】ステップ403では、SPFをリセットし、続くステップ404にて検出測距視野として全ての測距視野を設定する。また、ステップ405では、SPFに1をセットし、続くステップ406にて検出測距視野として図15に示した測距視野104cと104hを設定する。

【0099】ステップ404とステップ406に続くステップ407では、図27に示したセンサー駆動回路SDRを介してラインセンサーSNSが駆動され、出力された検出測距視野のアナログ像信号はA/D変換の後、RAM内の所定アドレスに格納される。

【0100】ステップ408では、前のステップでRAMに格納された像信号を基にデフォーカス検出が行なわれる。このサブルーチンの詳細については後述する。

【0101】ステップ409では設定された全ての測距視野についてデフォーカス検出が不能かどうかを調べ、そうであれば、ステップ410に移行しサーチ動作や検出不能表示等の焦点検出不能処理を行なう。また、どれかの測距視野が焦点検出可能であればステップ412に移行する。

【0102】続くステップ412では、ステップ403及び405で設定したSPFの状態を調べ、ゼロであれば、ステップ413に移行し、1であればステップ415に移行する。

【0103】ステップ413では、検出可能であった測距視野のうち最も近距離の被写体を検出した測距視野を選択し、続くステップ414に於いて、DEFにこの最近点のデフォーカス量を格納する。また、ステップ415では、検出可能であった測距視野の平均デフォーカスを算出し、ステップ416に於いてDEFにこの平均デフォーカスを格納してステップ418にてサブルーチンをリターンする。

【0104】図31に「焦点検出」サブルーチンを示す。

【0105】デフォーカス検出サブルーチンでは、まずステップ502に於いて検出測距視野に設定されたすべての測距視野についてデフォーカス演算が終了したかどうかを調べ、終了していれば、ステップ503に移行してサブルーチンをリターンする。また、まだデフォーカス演算が済んでいない測距視野がある場合には、ステップ504に移行する。

【0106】このステップ504では、新たな測距視野をデフォーカス演算の対象に設定し、続くステップ505に於いて、前のステップで設定された演算対象測距視野のデフォーカス量を演算し、ステップ502へと移行する。デフォーカス演算の詳細については後述する。

【0107】図32に「レンズ駆動」サブルーチンのフローチャートを示す。

【0108】このサブルーチンが実行されると、図32のステップ202においてレンズと通信して、2つのデータ「S」「PTH」を入力する。「S」は撮影レンズ固有の「デフォーカス量対焦点調節レンズ繰り出し量の係数」であり、例えば全体繰り出し型の単レンズの場合には、撮影レンズ全体が焦点調節レンズであるから「S=1」であり、ズームレンズの場合には各ズーム位置によって「S」は変化する。「PTH」は焦点調節レンズ LNSの光軸方向の移動に連動したエンコーダ ENCF の出力1パルス当りの焦点調節レンズの繰り出し量である。

【0109】従って焦点調節すべきデフォーカス量 DEF、上記 S、PTH により焦点調節レンズの繰り出し量をエンコーダ ENCF の出力パルス数に換算した値、いわゆるレンズ駆動量 FP は次式で与えられることになる。

$$【0110】FP = DEF \times S / PTH$$

ステップ203は上式をそのまま実行している。

【0111】ステップ204ではステップ203で求めた FP をレンズ FLNS に送出して焦点調節レンズ（全体繰り出し型単レンズの場合には撮影レンズ全体）の駆動を命令する。

【0112】次のステップ205で、レンズ FLNS と通信してステップ204で命令したレンズ駆動量 FP の駆動が終了したか否かを検知し、駆動が終了するとステップ206へ移行して「レンズ駆動」サブルーチンをリターンする。

【0113】図33に「リリース」サブルーチンのフローを示す。

【0114】ステップ302ではカメラのクリックリターンミラーのアップを行う。これは図27に示したモータ制御回路を介して不図示のミラー駆動用モータを制御することで実行される。

【0115】次のステップ303では先のステップ012の「測光」サブルーチンで既に格納されている絞り制御値をレンズ FLNS へ送出して、該レンズ FLNS に絞り制御を行わせる。

【0116】ステップ304では先のステップ302、303でのミラーアップと絞り制御が既に終了しているか否かを検知する。ミラーアップはミラーに付随した不図示の検知スイッチにて確認することができ、絞り制御は、レンズ FLNS に対して所定の絞り値まで駆動したか否かを通信で確認する。

【0117】いずれかが未完了の場合には、このステップ304で待機し、引き続き状態検知を行う。両者の制御が確認されると、ステップ305へ移行する。この時点で露光の準備が整ったことになる。

【0118】ステップ305では先のステップ012の

「測光」サブルーチンで既に格納されているシャッタ制御値にてシャッタ制御を行い、フィルムを露光する。

【0119】シャッタ制御が終了すると、次のステップ306では、レンズ FLNS に対して絞りを開放状態にするように命令を送り、引き続きステップ307でミラーダウンを行う。ミラーダウンはミラーアップと同様に不図示のミラー駆動用モータを制御することで実行される。

【0120】次のステップ308ではステップ304と同様にミラーダウンと絞り開放制御が完了するのを待つ。ミラーダウンと絞り開放制御が共に完了するとステップ309へ移行してリターンする。

【0121】以上のフローを改めて図29にて概説する。

【0122】先ず sw1 のみオンの時にはステップ002、011~017、018が繰り返し実行される。そしてステップ012~015実行中は5msec毎にステップ021以降の割り込みが行われるが、ステップ022にて sw2 がオフと判定され、すぐにリターンしてしまう。

【0123】上記サイクル中に sw2 がオンされると、sw2 オン後の最初のタイマ割り込みにてステップ022でオンと判定され、ステップ024へ行く。該フローはリリース1回目を想定しているため、当然のことながらチャージ・給送は完了状態を保っており、ステップ024でスイッチ SWCH オンと判定され、ステップ025へ行くが、ここでステップ025の実行は無意味であり、ステップ026へ行く。ステップ026に最初に到達した時点ではフラグ AFFLG は「0」であり、ステップ023にてリターンされてしまう。そして、AF とタイマ割り込みを交互に続け、AF が完了するとステップ017からステップ019へ移り、AFFLG「1」が格納されてステップ002へ戻る。そしてステップ011からステップ012に移った直後の最初のタイマ割り込みにて今度はステップ022~026へ達し、ステップ026で AFFLG=1 と判定されてステップ027のリリースへ移ることが許容される。

【0124】リリース動作終了後は AFFLG を「0」にリセットし、ステップ026にてチャージ・給送を開始させながらステップ023へ戻り、ステップ011から012へ移って次の AF を開始する。

【0125】sw2 オン状態が継続されて間もない時のタイマ割り込みでは、スイッチ SWCH はオフ、AFFLG は「0」なので、AF が繰り返される。そしてスイッチ SWCH が先にオンになったらチャージ・給送を停止してフラグ AFFLG が「1」すなわち AF が1回完了するのを待ち、AFFLG が「1」になった後にリリース動作を行う。

【0126】一方フラグ AFFLG が「1」になるのが先であれば、AF を繰り返ししながらスイッチ SWCH が

オンとなるのを待ち、該スイッチSWCHがオンとなったら、不図示のフィルム給送用モータを止めてリリース動作を開始する。

【0127】図34、図35は「デフォーカス演算」サブルーチンのフローチャートである。まずこのサブルーチン内で使われる相関演算について説明してから、処理過程の詳細を説明する。

【0128】一対のセンサ列より出力される像信号から

$$\begin{aligned} X(k) &= \sum_{i=0}^{M-1} \max \{A(i), B(i+|k|+1)\} - \sum_{i=0}^{M-1} \max \{A(i+1), B(i+|k|)\} \quad (k < 0) \\ &= \sum_{i=0}^{M-1} \max \{A(i+k), B(i+1)\} - \sum_{i=0}^{M-1} \max \{A(i+k+1), B(i)\} \quad (k \geq 0) \\ &= X_1(k) - X_2(k) \quad \dots\dots\dots (1) \end{aligned}$$

あるいは

【0130】

$$\begin{aligned} X(k) &= \sum_{i=0}^{M-1} \min \{A(i), B(i+|k|+1)\} - \sum_{i=0}^{M-1} \min \{A(i+1), B(i+|k|)\} \quad (k < 0) \\ &= \sum_{i=0}^{M-1} \min \{A(i+k), B(i+1)\} - \sum_{i=0}^{M-1} \min \{A(i+k+1), B(i)\} \quad (k \geq 0) \\ &= Y_1(k) - Y_2(k) \quad \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

なる式を、 $k_1 \leq k \leq k_2$ について演算する。尚Mは ($M=N-|k|-1$) で表される演算画素数であり、又kは相対変移量と呼ばれ、 k_1, k_2 は通常 $-N/2, N/2$ にとらえることが多い。ここで $\max \{a, b\}$ なる演算子はa, bの内大なるものを抽出することを表し、 $\min \{a, b\}$ なる演算子はa, bの内小なるものを抽出することを表す。従って、前記(1)、(2)式における $X_1(k), X_2(k), Y_1(k), Y_2(k)$ は広義の相関量と考えることができる。更に前記(1)、(2)式を詳細に見ると、 $X_1(k), Y_1(k)$ は現実には $(k-1)$ 変位における

$$X(kp) \geq 0, X(kp+1) < 0 \quad (3)$$

且つ $X(kp) - X(kp+1)$ が最大なる相対変位の区間 $[kp, kp+1]$ に相関量のピークが存在すると考えて、

$$PR = kp + \frac{X(kp)}{X(kp) - X(kp+1)} \quad \dots\dots\dots (4)$$

の補間演算を行うことにより、画素単位以下の像ずれ量PRを検出することができる。

【0133】一方、 $Y_1(k), Y_2(k)$ なる相関量は上記定義より2像の相関が最も高いとき、 X_1

$$Y(kp) \leq 0, Y(kp+1) > 0 \quad (6)$$

で且つ $Y(kp) - Y(kp+1)$ が最大のとき

【0134】

像ずれ量を検出する信号処理方法としては、特開昭58-142306号公報、特開昭59-107313号公報、特開昭60-101513号公報などで開示されている。具体的には、センサ列を構成する画素数をNとし、i番目 ($i=0, \dots, N-1$) のセンサ列からの像信号を $A(i), B(i)$ とするとき

【0129】

【数1】

【数2】

上記夫々の定義による相関量を、 $X_2(k), Y_2(k)$ は $(k+1)$ の変位における相関量を、それぞれ表している。それゆえ、 $X_1(k), X_2(k)$ の差である評価量 $X(k)$ は相対変位量kにおける像信号 $A(i), B(i)$ の相関量の変化量を意味する。

【0131】 $X_1(k), X_2(k)$ なる相関量は上記定義から明らかなように2像の相関が最も高いときに最小となる。よってその変化量である $X(k)$ は相関最高のときに「0」で、且つ傾きは負となるはずである。ところが $X(k)$ は離散データであるから、実際には、

【0132】

【数3】

$(k), X_2(k)$ とは逆に最大となる。よってその変化量である $Y(k)$ は相関最高のときに「0」で、且つ傾きは正となるはずである。 $Y(k)$ も $X(k)$ と同様

【数4】

$$PR = k_p + \left| \frac{Y(k_p)}{Y(k_p) - Y(k_p + 1)} \right| \dots\dots\dots (7)$$

の補間演算を行うことにより、画素単位以下の像ずれ量PRを検出することができる。

【0135】また、 $X(k)$ 、 $Y(k)$ のいずれの焦点評価量を用いても像ずれ量の検出は可能であるが、特開昭60-101513号公報からわかる様に、 $|X(k_p) - X(k_p + 1)| > |Y(k_p + 1) - Y(k_p)|$ の時には焦点評価量 $X(k)$ を、 $|X(k_p) - X(k_p + 1)| > |Y(k_p + 1) - Y(k_p)|$ の10時には焦点評価量 $Y(k)$ を用いて像ずれ量PRを求めた方がS/N的に精度が良い。

【0136】さて、図34、図35のフローチャートに戻って説明を進める。ステップ100は本実施例では第A1の処理過程を示す。ステップ100～105では、相対変位量 k を「-20～20」の範囲内で変えた時の焦点評価量 $X(k)$ を求めている。ここで相対変位量 k を-20から20の範囲としているのは、センサ列の画素数を「40」と仮定しているからであるが、この処理対象画素範囲は使用される撮影レンズの焦点距離に応じ20で可変としても良い。

【0137】まず、ステップ150では前述した測距光束のケラレの影響を排除するために像の修正を行う。この「像修正」サブルーチンについては後で詳述するが、像修正後の像データは、一対の像の相似正を取り戻し、ここに説明する相関演算の精度を極めて高くしている。

【0138】ステップ101では $M = 39 - |k|$ という式で演算画素数 M を計算する。演算画素数 M は相対変位量 k に応じて可変であり、 k の絶対値が大きいくらくなる。これは相対変位量 k が大きくなるにつれて対応30するセンサの出力が端部から欠落していくからである。ステップ102で相対変位量 k の符号（正か負か）を調べ、次いでその符号に応じてA像、B像の演算を開始する先頭の画素位置PA、PBをステップ103或いは104で計算する。ステップ105では焦点評価量 $X(k)$ の演算を行う。

【0139】ここで前記ステップ100～105での処理過程を図36を用いて説明する。図36(A)は2つの像信号A(i)、B(i)を表している。図36

(B)は $k = -20$ における相関演算のセンサ列の対応40関係を表しており、この時 $M = 39 - |20| = 19$ で、PAは「0」、PBは「20」である。

【0140】即ち相対変位量 k は負の値であるのでB像が k 画素（-20画素）だけ相対的に左側へ変位している。この対応関係から更にB像を1画素左側へ変位した対応関係で演算したのが $X(-20)$ を求める場合の式の第1項に、逆にA像を1画素左側へ変位した対応関係で演算したのが第1項に、それぞれ相当する。

【0141】この第1項、第2項でA像、B像を各1画素ずつ左へ変位して演算するため、前記演算画素数 M を50

計算する時、 $M = 40 - |k|$ としないで $M = 39 - |k|$ としている。図36(C)は $k = 0$ の時の対応関係を表している。図36(D)は $k = 20$ における相関演算の対応関係を表しており、前記図36(B)とは逆にA像が20画素だけ左側に変位している。

【0142】前述のようにして演算した焦点評価量 $X(k)$ をプロットしたものの一例を図37に示す。

【0143】図34、図35のフローに戻って、ステップ110では焦点評価量 $X(k)$ から2像A、Bの画素単位の像ずれ量のピーク値 k_p を検出する。以下、ステップ120～146で画素単位以下の像ずれ量PRを求めるわけであるが、前記ステップ110で求めたピーク値 k_p に基づいて、ステップ120～135では2つの焦点評価量 $X(k)$ 、 $Y(k)$ を再演算する。この理由は二つある。一つは、 k_p を求める先のステップでは演算画素数 M が相対変位量 k に応じて可変であり、この様に可変となる演算範囲にて演算した焦点評価量 $X(k)$ を補間して画素単位以下の像ずれ量PRを求めると、演算画素数 M が一致していないことに起因する誤差を含む恐れがある。今一つは、焦点評価量 $X(k)$ のみで像ずれ量PRを求めるよりも、 $X(k)$ 、 $Y(k)$ を組み合わせで用いた方が先願（特開昭60-101513号公報）にて述べた様に被写体の信号パターンによってはS/N的にすぐれているからである。以上のことから、ステップ120～135では、 k_p を基に演算画素数 M を一定にし（ステップ120）、焦点評価量 $X(k)$ 、 $Y(k)$ を同時に求めている。

【0144】なお、この演算画素数 M が一定の像ずれ演算を再相関演算と呼ぶことにする。

【0145】「像修正」サブルーチンの中で詳しく説明するが、先のステップ150において用いた像修正フィルターは、相対変位量 k の関数として決定されている。しかし、今度の再相関演算は画素単位以下の像ずれ量を求めるのが目的であるため、像修正フィルターもさらに厳密に設定する必要がある。以下のステップ151～153はこのための処理で、像修正フィルターを作製するための相対変位量 k を画素単位以下の分解能で求めるものである。

【0146】ステップ151では、先のステップで求めた k_p から k_z 、 z_1 、 z_2 を設定し、ステップ152、153で $ZD = |z_1 - z_2|$ 、 $PR' = k_z + |z_1 / ZD|$ なる計算をする。

【0147】尚、これは第A2の処理過程が相対変位量に依らず固定のフィルターを用いてなされることを意味する。これにより像ずれ量 PR' を求めている。

【0148】さて、ステップ120では $M = 38 - |k_p|$ なる計算をして演算画素数 M の値を決める。次いでステップ130～135では先に求めた k_p を中心にし

て、 $k=k_p-1$, k_p , k_p+1 の3点で焦点評価量 $X(k)$, $Y(k)$ を先と同様に演算する。尚前記演算画素数 M を求める時、 $M=38-|k_p|$ としたのは、 $k=k_p-1$, k_p , k_p+1 の3点のうち絶対値が最大の相対変位量における演算画素数 M に固定するためである。

【0149】尚ここでステップ130は第A2の処理過程に相当している。

【0150】また、ステップ154では、先に説明した PR を用いて像修正フィルターを作製し、高い精度で10像を修正する。ステップ130の中でステップ154を3回通過するが、この3回とも同じ修正フィルターで像修正が行われる。

【0151】即ち本実施例では、該演算手段の中には、該フィルター処理が該相対変位量に応じて決定されたフィルターを用いてなされる第A1の処理過程と、これに続いて実行され、相対変位量に依らずに固定のフィルターを用いてなされる第A2の処理過程とを有し、第A2の処理過程に於けるフィルターは第A1の処理過程にて得られた像ずれ量を基にして決定されるようにしてい 20る。

【0152】次に、前述のようにして求めた焦点評価量 $X(k)$, $Y(k)$ から再び各々の焦点評価量による画素単位の像ずれ量 k_{px} , k_{py} を検出する(ステップ140、141)。この時各焦点評価量 $X(k)$, $Y(k)$ のコントラスト評価量を概ね表す XD ($XD=X(k_{px})-X(k_{px}+1)$) と YD ($YD=Y(k_{px}+1)-Y(k_{px})$) も求めておく。これは、非合焦量が大きい時に、端部の像信号の情報も考慮されたコントラスト評価量 XD , YD をみることであたかも相 30

$$DEF = \begin{cases} \alpha \times PR / (1 - \alpha \times PR / G) & (PR \geq 0) \\ \alpha \times PR / (1 + \alpha \times PR / G) & (PR < 0) \end{cases}$$

なる計算によってこのサブルーチンの出力である DEF の値を決定し、続くステップ157でサブルーチンをリターンする。

【0156】次に、「像修正」サブルーチンについて説明する。前述したように、光電変換素子上の像は、被写体と点像との光学的な畳み込み積分として与えられる。即ち、光学系のインパルス応答が点像、入力が被写体の輝度分布、出力が像と言うことである。一方、何らかの 40デジタルフィルターを決定し、これと像信号との畳み込み積分を行えば、今度はソフト的にボケ像の形状を変えることが可能である。そこで光学系の条件にあわせてこのデジタルフィルターを決め、二回の畳み込み積分の総合的な結果が、左右対称の一つの伝達関数と等価になるようにすれば、たとえ測距光束のケラレのために線像の像データが左右非対称であっても、フィルター処理後の像データを対象形に戻すことができる。

【0157】特に、デフォーカス演算に於いては像の相似性が重要であるので、ここで選ぶべきデジタルフィル 50

対変位毎の端部の像信号をみているかの如き情報が得られることに着目して該情報を用いるためであり、コントラスト評価量 XD , YD が大きい程 S/N 的にすぐれていることになる。それ故ステップ142で二つのコントラスト評価量 XD , YD を比較して $XD \geq YD$ の時は焦点評価量 $X(k)$ を採用し(ステップ143)、 $XD < YD$ の時は焦点評価量 $Y(k)$ を採用する(ステップ144)。ステップ145、146では、採用した ZD

($z_1 - z_2$), Kz を用いて

$$PR = k_z + |z_1| / ZD$$

の補間演算を行い、画素単位以下の像ずれ量 PR を求める。この過程を図38に示している。この図の様な例では、 $XD < YD$ の関係にあるので焦点評価量 $Y(k)$ が採用され、画素単位以下の像ずれ量 PR 演算時には $k_z = k_{py}$, $z_1 = (k_p)$, $z_2 = Y(k_{p+1})$ が用いられる。なお、ステップ130の中では一定の修正フィルターを用いてフィルター処理を行っているため k_{px} , $k_{px}+1$ における焦点評価量の意味合いは等しい。

【0153】以上のステップで画素単位以下の像ずれ量が求まると、これを基にデフォーカス量が算出できる。ステップ155ではこの計算に必要な像ずれ量→デフォーカス量変換係数 α を求めるための「像ズレ感度演算」サブルーチンを実行する。

【0154】ステップ156では、デフォーカス変換係数 α 、 PR および再結像光学系で決定される定数 G を用い

【0155】

【数5】

ターは光学系による非対称な線像を線に復元する逆フィルターである必要はなく、左右対称な像に戻すフィルターであればよいことは前記の通りである。

【0158】図39に「像修正」サブルーチンを示す。ボケ像の修正は、まず、撮影レンズの状態に応じて修正フィルターを作成、次に、像データとこの修正フィルターとの畳み込み積分を行なって像を修正、最後にハイパスフィルターを通した後、正規化と言う順序で行なわれる。図39で説明したボケ像修正フィルターは測距光学系の状態や撮影レンズの種類、その測距環位置、ズーム位置によって形状が変わるため、その全てをROMに格納しておくことはきわめて困難である。そこで、ROM内にはフィルターの原データのみを格納することとし、上記の条件に応じて、これを加工してから用いるようにしている。

【0159】まず、ステップ601に於いて、撮影レンズの開放Fナンバー、射出瞳位置等の情報を取り込む。

【0160】ステップ603では、像修正フィルター作

成のためのパラメーターを決定する「修正フィルター倍率」サブルーチンを実行する。先のステップで取り込んだ情報はこのサブルーチンの中で使用される。

【0161】続くステップ604では、前記パラメーターにしたがって、像修正に実際に使われる修正フィルターを作るための「実行フィルター作成」サブルーチンを実行する。ステップ603及びステップ604については後述する。

【0162】ステップ605に於いては、特に周辺の像修正に生ずる誤差を最小に抑えるため、像データの周辺値を両わきに延長し、仮想像信号を作る。図40はこの説明図で、中央にある実際の像信号の両わきに像の周辺値と同じレベルの信号をつけ加えた様子である。

【0163】後述するように、この処理は像の修正が像修正フィルターとの畳み込み積分として行なわれるために必要となっている。即ち、ある画素の信号の修正は、像修正フィルターの長さ分だけ離れた所にある修正前の信号の影響を受けて行なわれるため、実際の像信号の端部は厳密には修正し得ない。もし、常に完全な修正像のみを焦点検出に用いるのであれば、デフォーカス演算に用いる画素の周囲にはかなり多くの像修正用画素を追加しておく必要がある。しかしながら、撮影レンズのデフォーカスがある程度大きいとき、例えば5mm以上のときには像修正の精度はそれほど要求されない。そこで、像信号全体に対しての修正処理動作が可能で、しかも像修正の誤差を最小に抑えるために、図に示したように像データの周辺値を両わきに延長しているわけである。

【0164】また逆に、デフォーカス量が数ミリ以下の時には、像信号は厳密に修正される必要があるため、デフォーカス演算に使用する画素は、実際の像信号よりも両端5画素ずつ少なく設定している。これは、あるデフォーカスに適応する修正フィルターのフィルター長は、デフォーカス量が小さくなるほど短くなるという性質を利用し、この程度の修正用画素を設けることにより、小デフォーカスに対応したフィルターならば誤差を含まずに作用させられると言う理由による。

【0165】このように本実施例では、該光電変換素子はその出力が該評価量を求める演算に用いられる画素の外側にこれらの画素に対する前記フィルター処理のために用いられる画素を有するようにしている。

【0166】尚、説明文中で単に像データA(i)、B(i)と言え、デフォーカス演算範囲のデータを示している。

【0167】次のステップ606では、先のステップ604で得られた像修正フィルターとステップ605で得られた仮想像信号との間で畳み込み積分を行なう。この処理によって像信号はあたかも測距光束のケラレがなかった様な形状に戻され、二像の相似性が取り戻される。「畳み込み積分」サブルーチンについては後で詳述する。

【0168】続くステップ607においては、像信号に含まれる低周波成分を除去するためのハイパスフィルター処理を行なう。撮影レンズに強いスポット光が入射した場合には像信号に低周波のゴースト成分が含まれることがある。したがって、図34、図35で説明したデフォーカス演算の精度を上げるためには低周波をカットすることが必要となるわけである。

【0169】図41(B)は図41(A)の像信号に低周波成分が重畳した状態を表わしている。このような像信号に対して、

$$HA(i) = -A(i-2) + 2 \times A(i) - A(i+2)$$

A(i) : 修正された像データ

HA(i) : ハイパス処理された像データ

i : センサーの画素位置

なるフィルター処理を施し、もう一度Ha(i)→A(i)と置き直せば、図41(C)の様な像データとなり、正確な像ずれ量の検出が可能である。

【0170】最後のステップ608では、像信号の正規化して8bitデータとした後、ステップ609でサブルーチンをリターンする。

【0171】次に図42～図44を用いて該フィルター処理は焦点検出されるべき結像光学系の口径比に応じて決定されるフィルターを用いて行なわれること及び該フィルター処理は焦点検出されるべき結像光学系の射出瞳位置に応じて決定されるフィルターを用いて行なわれることについて説明する。

【0172】図42に「修正フィルターの倍率」サブルーチンを示す。このサブルーチンは修正フィルターの原フィルター情報から実際に像修正に用いる修正フィルターを作成するための前準備を行なうものである。具体的には、次の「実行フィルターの作成」サブルーチンで用いる横軸倍率1FGR、横軸倍率2FGL、縦軸倍率1YGR、縦軸倍率2YGLを決定する。横軸倍率、縦軸倍率とは、ROMに格納されている原フィルターを圧縮、拡大して修正フィルターを作成するときの軸倍率である。

【0173】まず最初に以下のステップで用いるFナンバー(口径比)補正係数1~4HVR, HVL, LVR, LVL, 瞳位置補正係数1~4KVR, KVL, MVR, MVLの一例を図43、図44に示しておく、Fナンバー補正係数1~4HVR, HVL, LVR, LVLは、撮影レンズの開放FナンバーFNOの関数であり、瞳位置補正係数1~4KVR, KVL, MVR, MVLは撮影レンズの射出瞳と予定結像面との距離PDの関数である。これらの関係は測距光学系の光路中に挿入された拡散板の拡散特性によって決定される。

【0174】では、図42のステップ702から説明する。このステップでは、図34、図35に示した「デフォーカス演算」サブルーチンのステップ100(第A1

の処理過程)の中でこのサブルーチンがコールされたのか、あるいは、ステップ130(第A2の処理過程)の中でコールされたのかを判断する。ステップ100の中でコールされたのであれば、ステップ703(即ち第B1の処理過程)へ移行し、ステップ130の中で、即ち再相関演算(第A2の処理過程)の中でコールされたのであればステップ704(第B2の処理過程)に移行する。

【0175】即ち本実施例では該演算手段の中には、該フィルター処理が該相対変位量に応じて決定されたフィルターを用いてなされる第B1の処理過程と、相対変位量に依らずに固定のフィルターを用いてなされる第B2の処理過程とを有し、該第B1の処理過程と第B2の処理過程のいずれかを選択する。選択手段を設けている。

【0176】ステップ703では修正フィルターのフィルター長を決めるパラメーターであるMKFSに相対変位量 k を格納する。先に説明した「デフォーカス演算」サブルーチンで k の値を変化させて像データをシフトさせているのは、 k 毎にあるデフォーカスを想定していることに他ならず、ここでは想定されたデフォーカスに基づいて修正フィルターのフィルター長を設定するために k を用いるわけである。一方、ステップ704では画素単位以下の分解能のある PR' を格納する。

【0177】このステップは再相関に於いてこのサブルーチンがコールされたときに実行されるため、この場合には既に像ずれ量がほぼ分かっていることから、 $MKFS=PR'$ とすることで、各相対変位量に対する修正フィルターを固定としている。これは、より正確な修正フィルターを掛けるとともに、図35の「デフォーカス演算」サブルーチンのステップ146で画素単位以下像ずれ量を求めるときに、相対変位量 k の値によらず相関評価量の重みを一定にし、「デフォーカス演算」サブルーチンのステップ146で行なわれる直線補間の精度を向上させるものである。

【0178】ステップ705に於いては、横軸倍率1FGRと横軸倍率2FGLに想定する撮影レンズのデフォーカスで決まるパラメーターNVを格納する。このパラメーターNVは図45に示すようにMKFS-FDLTの関数である。ここでFDLTは、撮影レンズのデフォーカスがゼロの時に撮影レンズの収差や光束のケラレの為に像が非対称となる為にある程度の修正フィルターを働かせるための補正項である。

【0179】即ち該フィルターは、該相対変位量がゼロの場合にも該第1と第2の信号を修正するようにしている。

【0180】一般にはパラメーターNVは1以下の値をとるようにし、原フィルターを拡大して実行フィルターを作成することによる精度の低下を避けている。撮影レンズのデフォーカスとボケ像の大きさは概ね比例することから、NVはMKFS-FDLTの絶対値にほぼ比例

した特性を有する。但し、特に再結像レンズで発生する収差のために完全な比例と言うわけではなく、図45に示した例では、僅かに二次の項を加えてこれを考慮している。

【0181】ここで用いたFDLTについてもう少し説明しておく。撮影レンズが合焦状態にあるときでも、測距光束がケラれている場合には、光電変換素子上の点像は左右対称形状にはならない。図46はこの状態の説明図で、合焦状態に於ける光電変換素子上のスポットダイアグラムの一例である。同図の矢印方向が画素列の方向であり、この方向に対して光量分布の非対称性が認められる。FDLTを設定することによって、この非対称性を取り除くことが可能となり、合焦時の僅かな像の不一致をも補正可能である。FDLTの値は、撮影レンズ内のROMに格納しておき、撮影レンズ-カメラボデー間の通信により適宜マイクロコンピュータ内のRAMに取り込んで用いればよい。

【0182】次のステップ706では、横軸倍率1FGRに横軸倍率1FGR、測距視野位置PF、比例定数CVの積を格納し、横軸倍率2FGLには横軸倍率2FGL、測距視野位置PF、比例定数CVの積を格納する。これは、測距光束がケラレる程度が、撮影レンズの光軸から測距視野までの距離に比例すると近似できることによる。

【0183】即ち該フィルター処理は焦点検出されるべき結像光学系の光軸から該光電変換手段によって決定される測距視野までの距離に応じて決定されるフィルターを用いて行なわれるようにしている。

【0184】ステップ707では、横軸倍率1FGRに横軸倍率1FGR、Fナンバー補正係数1HVR、瞳位置補正係数1KVRの積を格納し、横軸倍率2FGLには横軸倍率2FGL、Fナンバー補正係数2HVL、瞳位置補正係数2KVLの積を格納する。

【0185】また、縦軸倍率1YGRにFナンバー補正係数3LVRと瞳位置補正係数3MVRの積を格納し、縦軸倍率2YGRにFナンバー補正係数4LVLと瞳位置補正係数4MVLの積を格納し、最終的な各補正係数の値が確定する。

【0186】最後のステップ708ではサブルーチンをリターンする。

【0187】次に図47に「実行フィルターの作成」サブルーチンを示す。このサブルーチンでは、先の「修正フィルターの倍率」サブルーチンで決定した軸倍率にしたがって、原フィルターから修正フィルターを作成する。ROM内には2種の原フィルター格納されており、MKFS-FDLTの正負によって使い分けられている。これは、線像の形が撮影レンズの種類とは関係なく主に再結像レンズによって決まり、しかも、前ピンと後ピンとで大別することができるためである。言い換えれば、再結像レンズの構成が、簡単な1枚玉で済む

ために、そこで発生する収差は、撮影レンズで発生する収差よりもかなり大きいと言うことになる。

【0188】図48はこれを説明するための図で、被写体距離を合焦位置の前後に振ったときのスポットダイアグラムである。被写体の1次像を撮影レンズの光軸上の3点に設定し、暗い撮影レンズを通して光電変換素子上に到達する光線を追跡したものである。このように測距光束にケラレがあると、前ピン状態に於いては点像の右側が、後ピン状態に於いては点像の左側が欠落する。すなわち、これは点像の裾の引きかたが、前ピンと後ピンとで逆転することを意味している。さらに、前ピンと後ピンとで点像の形状が全く異なったものとなるため、これらに適合した修正フィルターは、裏返しても同じ形状にはならないことも明かである。

【0189】図47を用いて「実行フィルターの作成」サブルーチンを説明する。

【0190】ステップ802では、まず、MKFS-FDLTの符号を調べる。そして、これが正かゼロであれば、ステップ803に移行し、負であればステップ805に移行する。

【0191】ステップ803では、原フィルターにうち図49(A)に示す「第1の原フィルター1」を選択し、修正フィルターとしてRAMに格納する。続くステップ804に於いては、FOFに10を格納する。また、ステップ805では、原フィルターのうち図49(B)に示す「第2の原フィルター2」を選択し、修正フィルターとしてRAMに格納する。続くステップ806に於いては、FOFに30を格納する。尚、この原フィルターは一組が41個の8bitデータよりなり、FOFとは、原フィルターデータの原点位置を示す変数である。FOFを変数としているのは、原フィルターが、原点からみて一方に長い形状となっているためである。

【0192】次のステップ807からステップ810は前のステップで修正フィルターとしてRAMに格納された原フィルターデータを圧縮、拡大し、目的の修正フィルターを作る部分である。

【0193】まず、ステップ807では、おもに裾を引き締める作用を持つフィルターデータのZR部を横軸方向にFGR倍する。次に、ステップ808に於いて、おもに裾をもっと伸ばす作用を持つZS部を横軸方向にFGL倍する。

【0194】このようにしてフィルター長が決定された後、続くステップ809で、ZR部のデータを縦軸方向にYGR倍に圧縮し、ステップ810で、ZS部のデータをYGL倍に圧縮する。尚、このとき原点FOFのデータは圧縮の対象としない。

【0195】最後のステップ811ではこのサブルーチンをリターンする。

【0196】このように本実施例においては該演算手段は、第1の原フィルター情報から該フィルターを作成す

る第1の処理過程と、第2の原フィルター情報から該フィルターを作成する第2の処理過程とを有し、さらに、該第1の処理過程と、該第2の処理過程のいずれかを該第1と第2の信号の相対変位量に応じて選択する選択手段を設けている。

【0197】以上で修正フィルターが作成される。

【0198】このようにして本実施例では相対変位量に応じて第1か第2の原フィルターを用いている。例えば主に後ピンに対応した「フィルター1」と主に前ピンに対応した「フィルター2」の二種類の原フィルターを用いることによって、いかなる焦点状態でも適切な修正フィルターを作ることが可能である。

【0199】また、「修正フィルターの倍率」サブルーチンで説明したように横軸倍率1FGR、横軸倍率2FGL、縦軸倍率1YGR、縦軸倍率2YGLを、撮影レンズの開放FナンバーFNO、撮影レンズの射出瞳と予定結像面との距離PD、測距視野位置PFの関数としているために、どんな撮影レンズが装着されたとしても各測距視野に対して適切な修正フィルターを作成することが可能である。

【0200】「修正フィルターの倍率」サブルーチンで説明した横軸倍率1, 2及び縦軸倍率1, 2の変化から、修正フィルターの形状がどのように変化するかを大ざっぱに言えば、図43(B)、(C)に示したFナンバー補正係数2、瞳位置補正係数1が、撮影レンズが明るくなるにしたがってゼロに近づくために、像修正フィルターのZR部の縦軸の値がゼロに近づき、一方ZS部はフィルター長がゼロに近づいて、像修正能力が漸減するようになっている。

【0201】尚、このように二種類の原フィルターのどちらかを用いて像修正に用いる全ての修正フィルターを作成するために、ROMに格納しておく必要のある情報は極めて少量で済むと言う特徴もある。

【0202】次に図50に「畳み込み積分」サブルーチンを示す。離散データを扱う畳み込み積分の一般式は、二つの配列をD(i), E(i)として

【0203】

【数6】

$$S(i) = \sum_h D(h) \times E(i-h)$$

で与えられ、S(i)がその出力である。ここで、D(i)を像データ、E(i)を修正フィルターとおけば、S(i)が修正された像データと言うことになる。このサブルーチンでは、像データとして一對の二次像のそれぞれを設定し、先に説明したように、二つのボケ像には撮影レンズの光軸に対する対像性があることから、一方の像データに対しては、修正フィルターを裏返して作用させ、それらの修正像を得る。

【0204】図50の「畳み込み積分」サブルーチンについて説明する。一對の像データを像OA(i)、像O

B (i) と呼ぶことにする。

【0205】ステップ902即ち第C1の処理過程では、像OA (i) と「実行フィルターの作成」サブルーチンで作られた修正フィルターF (i) との畳み込み積分を行なう。前記のように、

【0206】

【数7】

$$A(i) = \sum_h OA(h) \times F(i-h)$$

なる演算を行なうことによって修正像A (i) が得られ 10
る。

【0207】ステップ903即ち第C2の処理過程では、像OB (i) と原点FOFに関して裏返した修正フィルターF (-i) との畳み込み積分を行なう。

【0208】

【数8】

$$B(i) = \sum_h OB(h) \times F(-i-h)$$

なる演算を行なうことによって修正像B (i) が得られる。このように、同一の修正フィルターを裏返して用い 20
ることにより、先に説明した「実行フィルターの作成」サブルーチンに於いても一つのフィルターを作ればよかったわけである。したがって、修正フィルターを作成するための演算時間がほぼ半分に短縮される。また、ROMに格納する原フィルター情報も少なくする効果もある。

【0209】ステップ904でこのサブルーチンをリターンする。

【0210】図51に「像ずれ敏感度」サブルーチンを示す。このサブルーチンは、像ずれ量→デフォーカス変 30
換係数 α を算出するものである。適切な修正フィルターの形状は撮影レンズのデフォーカスだけでなく、測距光束のケラレ具合に応じて変わることから、この像ずれ敏感度も同じく開放Fナンバー、射出瞳位置、測距視野位置の関数となる。

【0211】即ち該像ずれ量に対してデフォーカス量変換演算を施すことによって該結像光学系の結像状態を検出する際、該像ずれ量に対してデフォーカス変換演算はさらに焦点検出されるべき結像光学系の口径比又は射出瞳位置又は、結像光学系の光軸から測距視野までを代表 40
する距離の関数となるようにしている。

【0212】まず、ステップ1001に於いて、MKFS-FDLTの符号を調べる。そして、正またはゼロであればステップ1003に移行し、負であればステップ1004に移行する。これは、使用している原フィルターによる分岐とすることができる。

【0213】ステップ1003では、図43、図44に示したFナンバー補正係数1~4HVR, HVL, LVR, LVL, 瞳位置補正係数1~4KVR, KVL, MVR, MVL及び、測距視野位置PFを用いて、測距光 50

束にケラレのないときの像ずれ敏感度APを補正する。その補正式は、

$$a = AP + PF \times (H1 \times HVL \times LVL \times KVL \times MVL + H2 \times HVR \times LVR \times KVR \times MVR)$$

であり、H1, H2は修正フィルターの形状による補正係数である。

【0214】同様にステップ1004では、修正フィルターの形状による補正係数H3, H4を用いた補正式
 $a = AP + PF \times (H3 \times HVL \times LVL \times KVL \times MVL + H4 \times HVR \times LVR \times KVR \times MVR)$
によって像ずれ敏感度を決定する。

【0215】最後のステップ1005では、このサブルーチンをリターンする。

【0216】このように、上記のような演算式に基づいて像ずれ敏感度 α を、撮影レンズの開放FナンバーFN O、撮影レンズの射出瞳と予定結像面との距離PD、測距視野位置PFの関数として各修正フィルター毎に用意することにより、どんな撮影レンズが装着されたとしても各測距視野に対して正確なデフォーカス演算が実行できる。

【0217】上式について説明する。像修正フィルターの特徴は、図23を用いて説明したように、ZS部が像の裾を伸ばす作用、ZR部が像の裾を引き締める作用を有していることであった。像の移動と言う点に注目し、これを考えれば、図23(A)のZS部、ZR部は共に、図23(B)の線像に対してその重心を左側に移動させるような作用があると言うことになる。また、図24(A)のZS部、ZR部は共に、図24(B)の線像の重心を右に移動させる。したがって、このようなフィルター処理によって二像の重心は互いに離れると言うことがわかる。ただし、この場合、測距光束が外側からケラれているために、もともとの像間隔が測距光束にケラレがないときに比べて近づいているのであるから、ここで二像が離れたと言っても、ケラレがない場合に近づいたと言うことである。以上のようなフィルターの性質から、像ずれ量をデフォーカス量に変換するためには、この変換関数をさらに修正フィルターの関数とする必要があることが分かる。そこで、フィルターのZS部、ZR部が持つ上記の性質から、像ずれ敏感度のフィルターによる補正項をZS部の作用とZR部の作用との和として定義する。具体的には、像の修正に必要な修正フィルターの形状を決めるFナンバー補正係数、瞳位置補正係数、測距視野位置を用いて行い、Fナンバー補正係数2, 4HVL, LVL, 瞳位置補正係数2, 4KVL, MVLの積とFナンバー補正係数1, 3HVR, LVR, 瞳位置補正係数1, 3KVR, MVRの積との和に測距視野位置PFを掛けたもので測距光束にケラレのないときの像ずれ敏感度APを補正すれば、その修正フィルターに適した像ずれ敏感度を得ることができる。このような演算によって、

①測距視野の位置が撮影レンズの光軸から離れるほど測距光束がケラレ易くなること、

②口径比が大きくなるほどケラレ易くなること、

③撮影レンズの射出瞳位置が焦点検出光学系の設定瞳位置から離れるほどケラレ易くなること、

のそれぞれを考慮した像ずれ敏感度が設定される。

【0218】以上でサブルーチンの説明を終わる。では、ここでもう一度、図34のデフォーカス検出の動作について解説する。

【0219】焦点検出光学系の光路中、撮影レンズの予定結像面上に拡散板があると、Fナンバーの小さい明るいレンズに対して測距精度が向上する。しかし、このような焦点検出装置の搭載されたカメラにFナンバーの大きい、暗い撮影レンズが装着された場合には、測距光束のケラレが生じ、例えば、図52に示すような像データが光電変換素子の出力として得られる。

【0220】図52(A)～(C)、図53(A)、(B)は撮影レンズの結像状態を、前ピン図52(A)、(B)→合焦(c)→後ピン図53(A)、(B)と変化させ、各状態での線像を示したものである。図中OA(i)、OB(i)が、一対の画素列から得られた線像である。線像は撮影レンズと測距光学系との合成系のインパルス応答であるため、これを左右対称形に戻すことにより、測距光学系で形成された一対の被写体像の形状も相似形に戻すことができ、結果として二像の相対間隔を知ることが可能になる。

【0221】図に示された線像は、一対の像が互いに裏返しの関係にあり、さらに、その形状は前ピンと後ピンで大別できる。また、線像の広がり具合は、像ずれ量にほぼ比例して変化するため、前ピン用、後ピン用のボケ像修正フィルター図49(A)、(B)をそれぞれ用意し、フィルター長をそのときのデフォーカスに対して適切になるように調節して作用させれば、線像を左右対称形に戻すことができる。

【0222】さらに、像ずれ量が未知の段階で、像データに対して修正フィルターを掛ける方法が図34、図35に示した「デフォーカス演算」サブルーチンである。このサブルーチンでは、ステップ100の中で相対変移量kの値を順次変化させ、kの関数である修正フィルターを用いて像修正を行ないながら、対となる二像の相関評価量(1)、(2)式を求めている。

【0223】図54(A)～(C)、図55(A)、(B)は様々なkの値に対する修正フィルターの形状を示す図であり、図54(A)～(C)、図55(A)、(B)はちょうど図52、図53の線像がそれぞれ適切に修正されるようなフィルターの例である。ある一つの線像に対して、このようなフィルターを順次作用させながら前記の相関評価量を求めるわけである。相対変位量kが実際の像ずれ量と異なるときには像の修正も不適切となるが、kの順次変化にともなって次第に実際の像ず

れ量に近づいて来ると、像修正も適切な状態に近づいて行く。こうして、実際の像ずれ量に最も近いkにおいて最良な像修正状態が得られる。したがって、相関評価量がゼロとなる相対変位量kを見つけることは最適な像修正フィルターを見つけることに他ならない。適切な修正フィルターが作用したとき、修正された線像は図56(A)～(C)、図57(A)、(B)のようになり、それぞれの像は十分に左右対称となる。この結果、一対の像は相似形となり、二像の相対間隔を精度良く求めることが可能である。前にも述べたように、線像がこのような修正されれば、一般の被写体像も同様に相似形の二像に修正される。

【0224】一方、相対変位量kの順次変化に於いて、図53(B)に示した線像に対して不適切な修正フィルターが作用した状態を示したのが図58である。図58(A)、(C)は図55(B)の修正フィルターとは異なる修正フィルターの例、図58(B)、(D)はそれぞれこれらの修正フィルターによる修正像である。このように、相対変位量kが二像のずれ量に対して大きく異なるときには修正像の相似性がきわめて低下し、像の相対変位に伴う相関評価量の変化を一層際立たせている。

【0225】図34、図35の「デフォーカス演算」サブルーチンのステップ130では、補間処理で求めた画素単位以下の相対変位量PR'を用いてさらに正確な修正フィルターを作成し、今度は修正フィルターの形状を固定したまま、最相関演算を行なって最終的な像ずれ量を算出している。

【0226】また、測距光束のケラレ具合を決定する各種の条件から、これに適した修正フィルターを得るには、開放Fナンバー、射出瞳位置、測距視野位置の関数として得られるFナンバー補正係数1～4、瞳位置補正係数1～4、図43、図44を基に原フィルターの横軸、縦軸を拡大あるいは縮小する(「実行フィルターの作成」サブルーチン)。例えば図59は、Fナンバーの小さい明るい撮影レンズが装着されたときのこれに対応する修正フィルターを示す図で、まだ若干のケラレがあり、相対変位量が図57(B)と同じ場合を想定したものである。このフィルターは、原フィルターのフィルター長を相対変位量に対応させた後、ZR部を横軸方向に拡大、縦軸方向に縮小、ZS部を横軸方向に縮小することで得ている。

【0227】以上の説明では、像修正を利用したデフォーカス検出方法について光路中に拡散板を有する測距光学系を例にとって説明したが、このデフォーカス検出方法は、このような測距光学系に限って適用できるのではなく、他の様々な測距光学系に於いて応用可能である。

【0228】例えば、図1に示した測距光学系から拡散板42を取り去った従来型の測距光学系に於いても、かなり暗い撮影レンズが装着されて測距光束がケラレた場合には、ここに示したデフォーカス検出が有効となる。

したがって、開放Fナンバーが5.6よりも明るい撮影レンズに対して測距光束がケラれないように測距光学系を構成し、F5.6かそれよりも明るい撮影レンズに対しては従来方式の測距を行ない、他方、F5.6よりも暗い撮影レンズが装着された場合には前記のように像修正を行なったうえでデフォーカス検出する、といった組合せも考え得る。

【0229】さらには、このような従来型の測距光学系で、図3に示されたような絞りを有している場合には、測距光束がケラれていなくても厳密な意味では、二対にボケ像の形状が一致しない。と言うのは、絞り開口48a、48bの形状が一方の開口を平行移動したときに他方に重なるようになっていないことに起因し、ボケ像があたかも矩形の開口の外側が円弧上にケラれたかのような振舞いをするためである。したがって、先に説明したとほぼ同様のフィルター処理で像を修正することができる。ただし、修正フィルターが、撮影レンズのFナンバー、射出瞳位置、測距視野位置の関数でないことだけが異なる部分である。

【0230】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、

(イ) 測距光束のケラレが許容されたため、従来の焦点検出装置にあった結像光学系の口径比の制約が緩和され、Fナンバーの大きい暗い結像レンズの焦点検出も可能になった。

【0231】特に、測距光学系の光路中に拡散板を配置した改良型の測距光学系を有する焦点検出装置に於いては、明るい結像レンズに対しては、その特徴であるところの測距精度の向上が達成されると同時に、従来測距光束がケラれて使用できなかった暗い結像レンズに対して

(ロ) また、前記のように測距光束がケラれても測距可能であることから、焦点検出光学系に取り込む光束の設定を暗くすることなく測距視野を撮影画面内の自由な位置に配置する事が可能になった。

(ハ) 結像レンズが前ピン状態であっても、後ピン状態であっても、正確な像修正を行なうことが可能になり、この結果、焦点検出精度が飛躍的に向上した。

【0232】又結像光学系の結像状態によらず正確なデフォーカス検出が可能となり、合焦までのレンズ駆動回数を少なくする事ができた。

(ニ) 二つの原フィルターを基に撮影レンズの口径比に応じて全ての修正フィルターが作れるため、様々な口径比の結像レンズに対して焦点検出が可能になった。

【0233】又、結像光学系の口径比によらず正確なデフォーカス検出が可能となり、合焦までのレンズ駆動回数を少なくする事ができた。

【0234】更に修正フィルターを口径比の関数として計算で求めるようにすれば、焦点検出装置内に格納しておく必要のある情報は極めて少なくなり、小規模のROM

Mで済むためにコスト的に有利である。特に、価格の制約が厳しいカメラ等の民生機器に於ける効果が大い。

(ホ) 二つの原フィルターを基に撮影レンズの射出瞳位置に応じて全ての修正フィルターが作れるため、様々な射出瞳位置の結像レンズに対して焦点検出が可能になった。

【0235】又結像光学系の射出瞳位置によらず正確なデフォーカス検出が可能となり、合焦までのレンズ駆動回数を少なくする事ができた。

【0236】更に修正フィルターを射出瞳位置の関数として計算で求めるようにすれば、焦点検出装置内に格納しておく必要のある情報は極めて少なく、小規模のROMで済むためにコスト的に有利である。特に、価格の制約が厳しいカメラ等の民生危機に於ける効果が大い。

(ヘ) Fナンバーの大きい暗い結像レンズの焦点検出においても、第A2の処理過程に於けるフィルターは第A1の処理過程にて得られた像ずれ量を基にして決定しているために、第A2の処理過程に於いてはより正確な修正フィルターを作ることが可能であり、像ずれ量を求める際の精度がきわめて高くなった。したがって、従来の焦点検出装置にあった結像光学系の口径比の制約が緩和された。

(ト) 相対変移量がゼロの場合にも前記デジタルフィルターは、前記第1と第2の信号を修正するようにしたために、合焦時の僅かな像の不一致をも補正可能となり、測距光束のケラレ量が大きいFナンバーの大きい暗い結像レンズの焦点検出においても、像の一致度を求める際の精度がきわめて高くなっている。

【0237】この結果として、従来の焦点検出装置にあった結像光学系の口径比の制約が緩和され、Fナンバーの大きい暗い結像レンズの焦点検出も可能になった。

【0238】又、合焦時に限らず、正確な結像光学系のデフォーカス量が検出可能となり、合焦までのレンズ駆動回数を少なくする事ができた。

(チ) Fナンバーの大きい暗い結像レンズの焦点検出においても、第B2の処理過程に於けるフィルターは第B1の処理過程にて得られた像ずれ量を基にして決定し、しかも、第B2の処理過程に於いては像信号の相対変移に関わらず修正フィルターを固定としているため、画素単位以下の像ずれ量を信号の一致度を表す評価量の補間処理によって求める際各相対変位での評価量の重みが変わらず、その精度がきわめて高くなっている。したがって、従来の焦点検出装置にあった結像光学系の口径比の制約が緩和され、Fナンバーの大きい暗い結像レンズの焦点検出も可能になった。

【0239】又結像光学系の口径比によらず正確なデフォーカス検出が可能となり、合焦までのレンズ駆動回数を少なくする事ができた。

(リ) 二つの原フィルターを基に測距視野位置に応じて全ての修正フィルターが作れるため、複数の測距視野に

於ける焦点検出が様々な口径比の結像レンズに対して可能になった。

【0240】又修正フィルターを測距視野位置の関数として計算で求めるようにすれば、焦点検出装置内に格納しておく必要のある情報は極めて少なくなり、小規模のROMで済むためにコスト的に有利である。特に、価格の制約が厳しいカメラ等の民生機器に於ける効果が大きい。

(ヌ) あるデフォーカスに適應する修正フィルターのフィルター長は、デフォーカス量が小さくなるほど短くなると言う性質から、上記のようにデフォーカス演算に使用する画素を実際の像信号よりも例えば両端5画素程度ずつ少なく設定することで、デフォーカス量が数ミリ以下の場合には、小デフォーカスに対応したフィルターを誤差を含まずに作用させることができる。したがって、正確なデフォーカス検出が可能となり、合焦までのレンズ駆動回数を少なくすることが可能となった。

【0241】又、測距光束のケラレが許容されたため、従来の焦点検出装置にあった結像光学系の口径比の制約が緩和され、Fナンバーの大きい暗い結像レンズの焦点検出も可能になった。

(ル) 前述した構成の修正フィルターを用いることで、修正像をあまり元の線に近づき過ぎないような状態とし、元の像データの高周波数成分を必要以上に大きく増幅することなく左右の裾の引き方を均等にすることが可能になっている。したがって、像データに熱雑音によるランダムノイズが重畳していたとしても測距精度が低下するということが少ない。

【0242】又測距光束のケラレが許容されたため、従来の焦点検出装置にあった結像光学系の口径比の制約が緩和され、Fナンバーの大きい暗い結像レンズの焦点検出も可能になった。

(ヲ) 修正フィルターを作成するための演算時間が二つの像に対する修正フィルターをそれぞれ作成する場合に比較して半分で済む。

【0243】又測距光束のケラレが許容されたため、従来の焦点検出装置にあった結像光学系の口径比の制約が緩和され、Fナンバーの大きい暗い結像レンズの焦点検出も可能になった。

【0244】更に一方の像に対する修正フィルターから他方の像に対する修正フィルターを作れるため、焦点検出装置内に格納しておく必要のある情報が極めて少なく、小規模のROMを用意すればよい。したがって、特に、価格の制約が厳しいカメラ等の民生機器に於ける低コスト化の効果が大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る焦点検出光学系の断面図

【図2】 図1の拡散板42の拡散特性を示す図

【図3】 図1の絞り48の平面図

【図4】 図1の撮影レンズの射出瞳上に於ける絞り

の像を示す図

【図5】 焦点検出装置の測距原理を説明するための図

【図6】 焦点検出装置が組み込まれた一眼レフカメラの断面図

【図7】 焦点検出光学系を展開したファインダー視野短辺方向の断面図

【図8】 焦点検出光学系を展開したファインダー視野長辺方向の断面図

【図9】 コンデンサーレンズ85の平面図

【図10】 ビント板107の説明図

【図11】 再結像レンズ90を光入射面から見た形状を示す為の平面図

【図12】 絞り93の平面図である

【図13】 絞り開口の投影像を説明するための図

【図14】 遮光マスク89の平面図

【図15】 撮影画面と測距視野との位置関係を示す図

【図16】 光電変換素子の画素配置を示す図

【図17】 図6の導光プリズムの部分拡大図

【図18】 図6の導光プリズムの斜視図

【図19】 測距光束のケラレの様子を説明するための斜視図

【図20】 図15に示した測距視野のうち104jへの光路を上方視した平面図

【図21】 測距光学系の絞り像が形成される面に於いて撮影光束が通過する範囲を示した図

【図22】 図15に示した測距視野のうち104jへの光路を上方視した平面図

【図23】 ボケ像とその修正フィルター、像データ、修正された像データの説明図

【図24】 ボケ像とその修正フィルター、像データ、修正された像データの説明図

【図25】 一般の被写体像の修正についての説明図

【図26】 一般の被写体像の修正についての説明図

【図27】 本発明に係るカメラの回路を示すブロック図

【図28】 撮影レンズの距離環、ズーム環の位置検出構成を示す図

【図29】 カメラのシーケンスを説明するためのフローチャート

【図30】 「AF」サブルーチンのフローチャート

【図31】 「焦点検出」サブルーチンのフローチャート

【図32】 「レンズ駆動」サブルーチンのフローチャート

【図33】 「リリース」サブルーチンのフローチャート

【図34】 「デフォーカス演算」サブルーチンのフローチャート

【図35】 「デフォーカス演算」サブルーチンのフロ

ーチャート

【図36】 相対変位量と演算画素との対応を説明するための図

【図37】 相対変位量と焦点評価量との一例を示す図

【図38】 画素単位以下の像ずれ量算出方法を説明するための図

【図39】 「像修正」サブルーチンのフローチャート

【図40】 像データ周辺値の延長の様子を説明するための図

【図41】 それぞれ低周波ノイズのない像信号、低周波ノイズの重畳された像信号、ハイパスフィルター処理された像信号を表わす図

【図42】 「修正フィルターの倍率」サブルーチンのフローチャート

【図43】 Fナンバー補正係数及び瞳位置補正係数の特性図

【図44】 Fナンバー補正係数及び瞳位置補正係数の特性図

【図45】 MKFS-FDLTとNVとの関係を表わす図

【図46】 点像のスポットダイアグラム

【図47】 「実行フィルターの作成」サブルーチンのフローチャート

【図48】 結像状態による点像の変化を説明するためのスポットダイアグラム

【図49】 原フィルターを示す図

【図50】 「畳み込み積分」サブルーチンのフローチャート

ャート

【図51】 「像ずれ敏感度」サブルーチンのフローチャート

【図52】 撮影レンズの結像状態に応じた線像の像データを示す図

【図53】 撮影レンズの結像状態に応じた線像の像データを示す図

【図54】 ボケ像修正フィルターを示す図

【図55】 ボケ像修正フィルターを示す図

【図56】 修正された線像の像データを示す図

【図57】 修正された線像の像データを示す図

【図58】 ボケ像修正フィルターと、修正された線像の像データを示す図

【図59】 Fナンバーの小さい明るい撮影レンズが装着されたときのこれに対応する修正フィルターの一例を示す図

【符号の説明】

40 被写体面

41、81 撮影レンズ

42、84 拡散板

43、85 フィールドレンズ

44、90 再結像レンズ

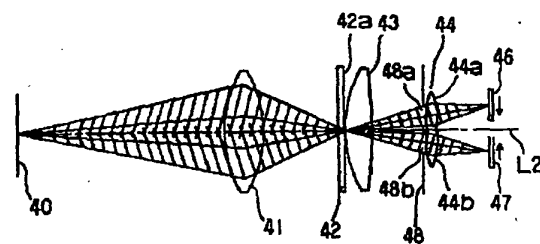
46、47、108 光電変換素子列

48、93 絞り

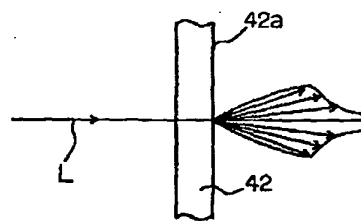
88 接眼レンズ

89 遮光マスク

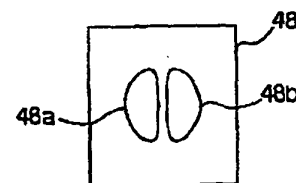
【図1】



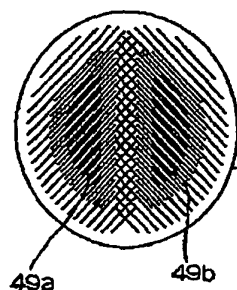
【図2】



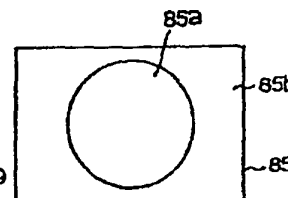
【図3】



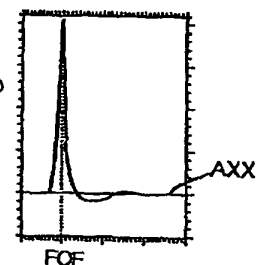
【図4】



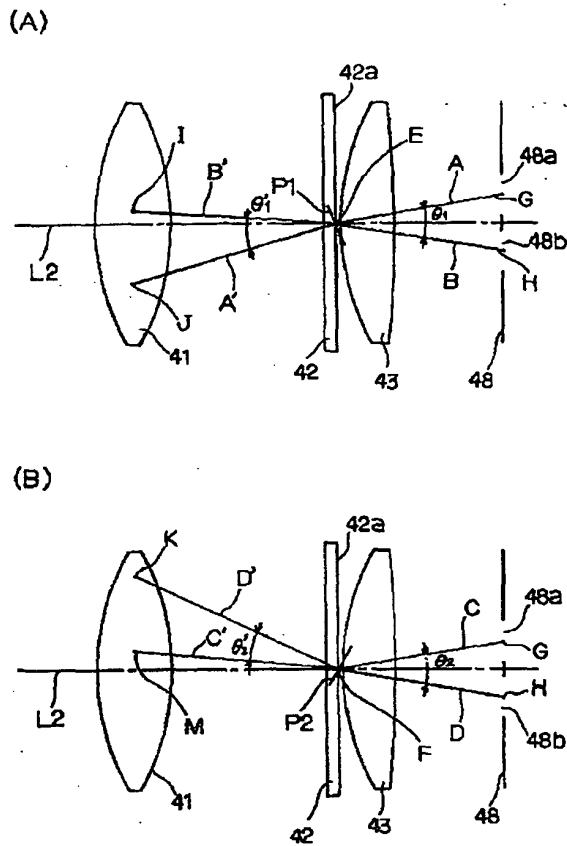
【図9】



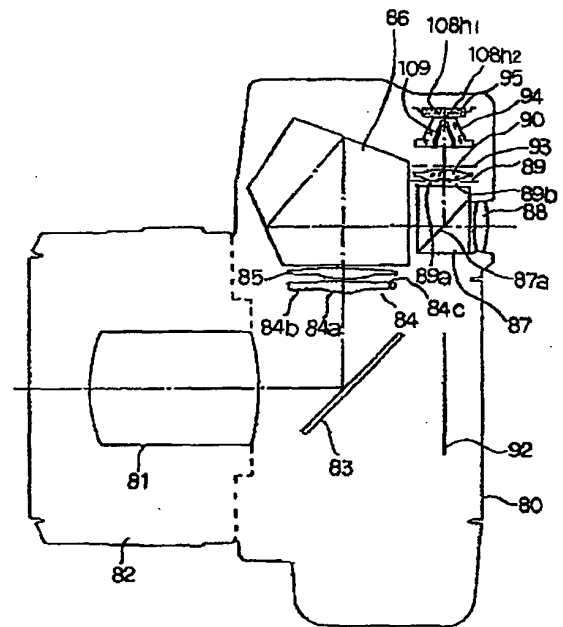
【図59】



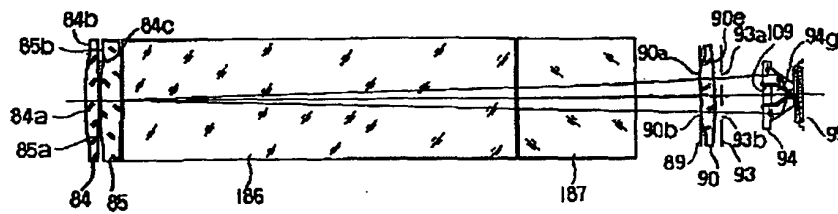
【図5】



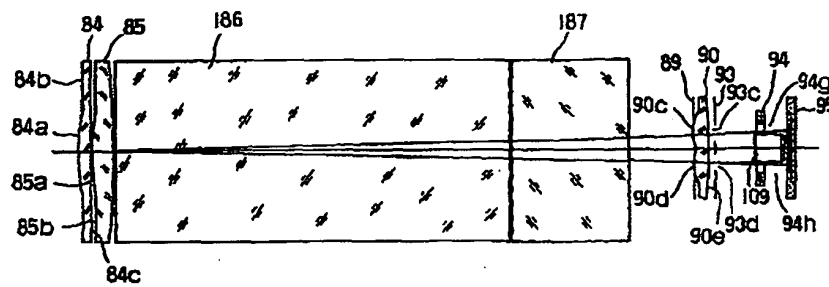
【図6】



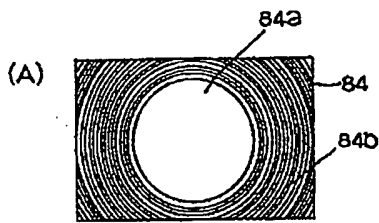
【図7】



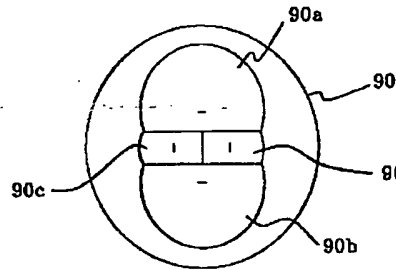
【図8】



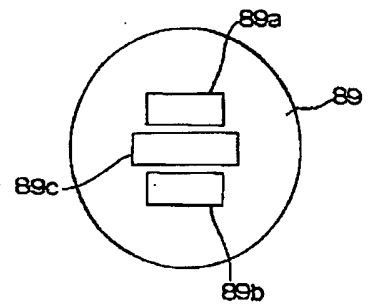
【図10】



【図11】

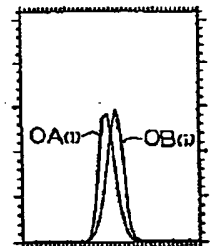


【図14】

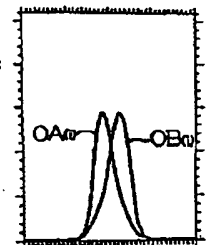


【図53】

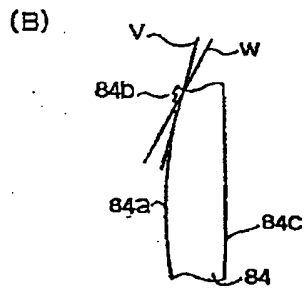
(A)



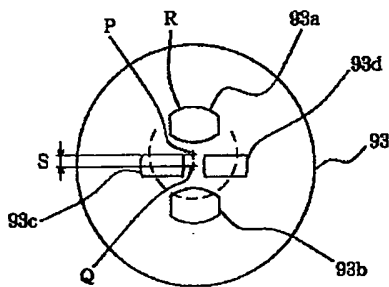
(B)



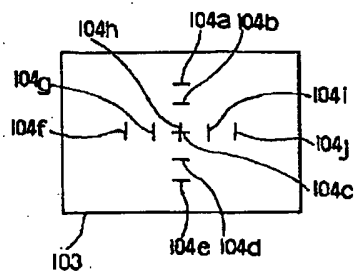
【図46】



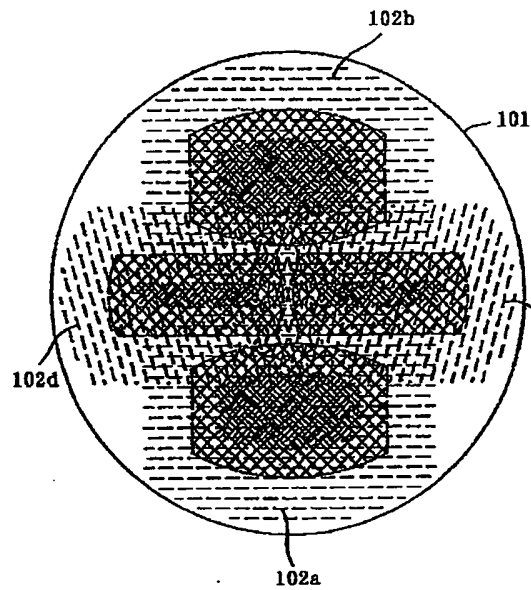
【図12】



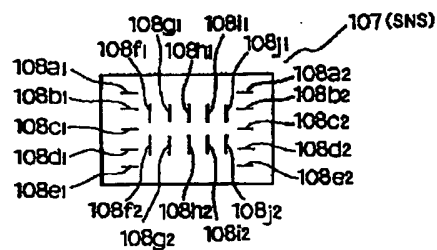
【図15】



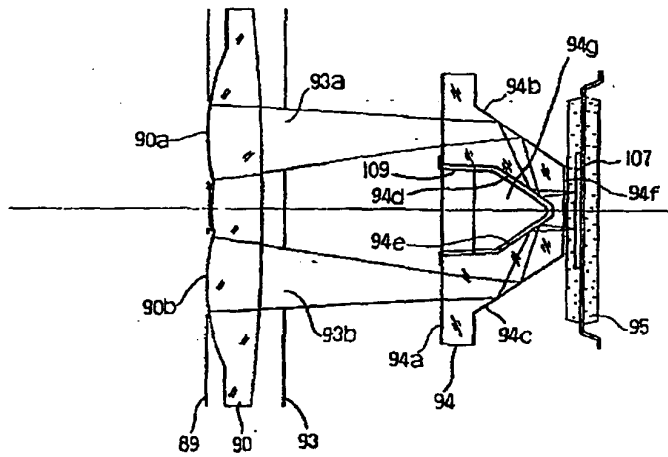
【図13】



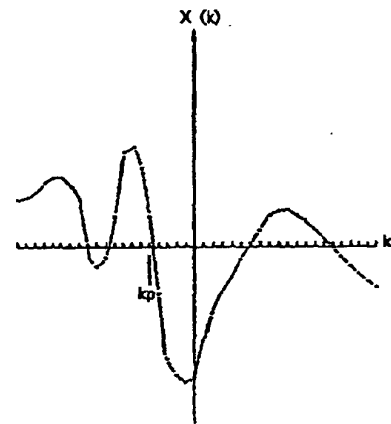
【図16】



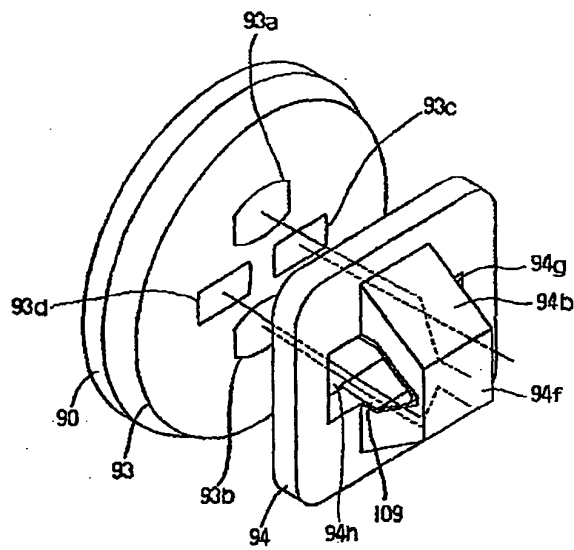
【図17】



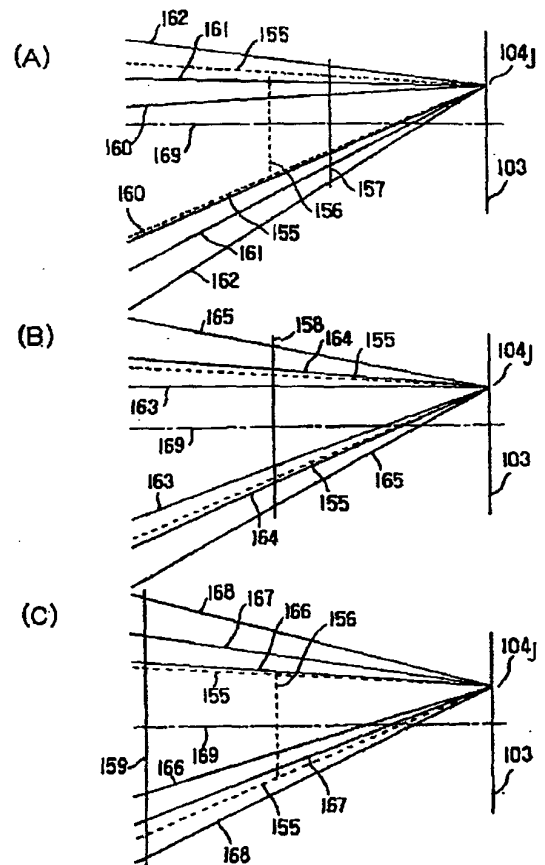
【図37】



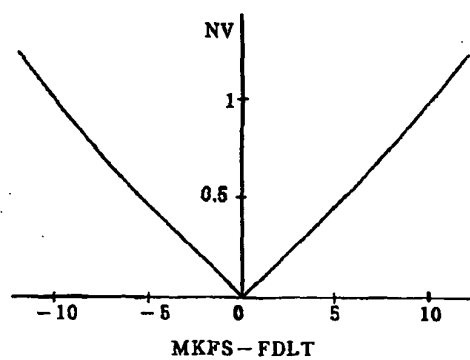
【図18】



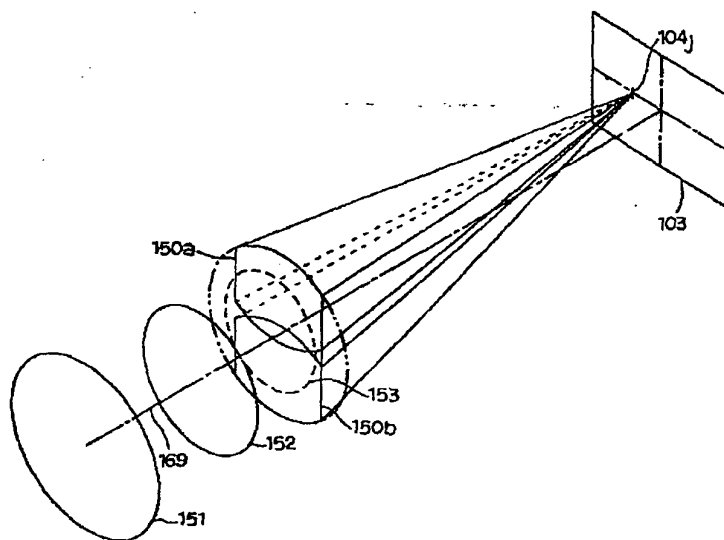
【図20】



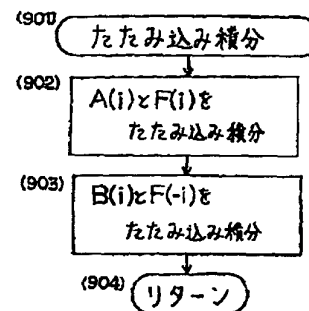
【図45】



【図19】

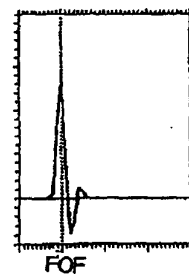


【図50】



【図55】

(A)

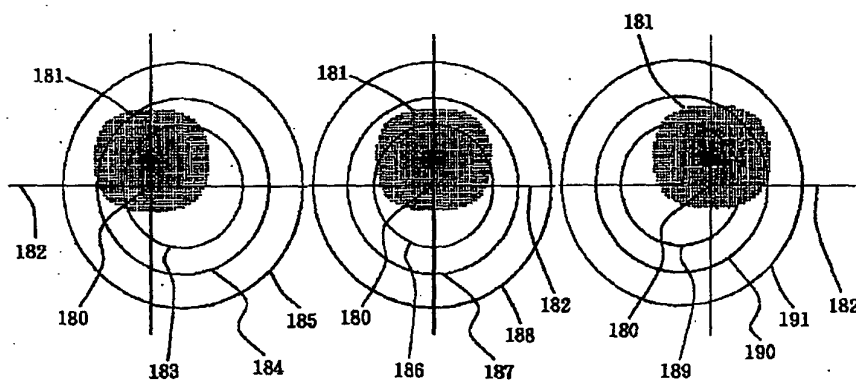


【図21】

(A)

(B)

(C)



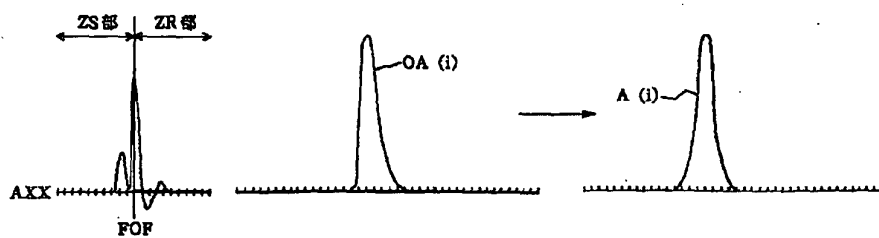
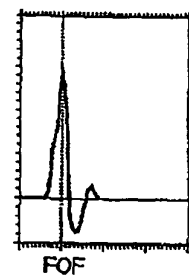
【図23】

(A)

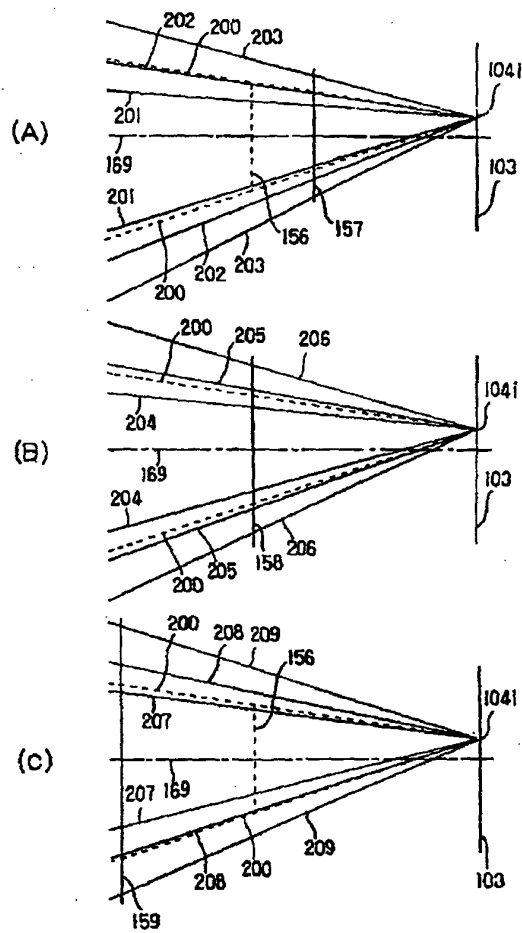
(B)

(C)

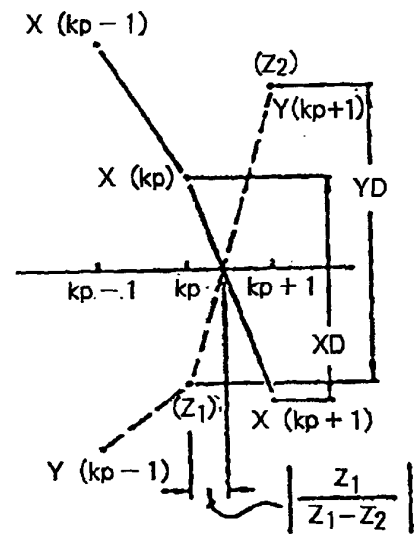
(B)



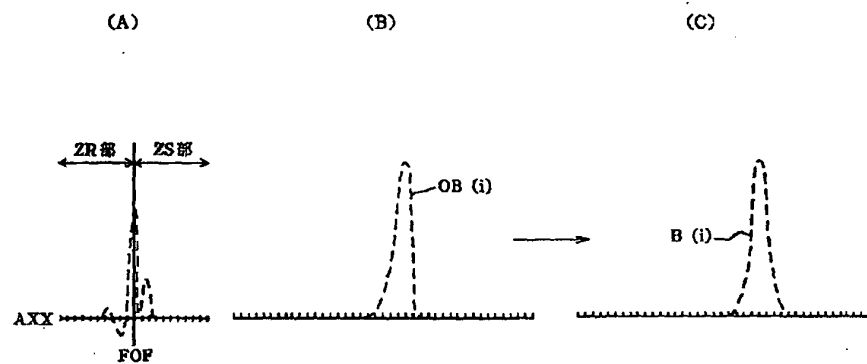
【図22】



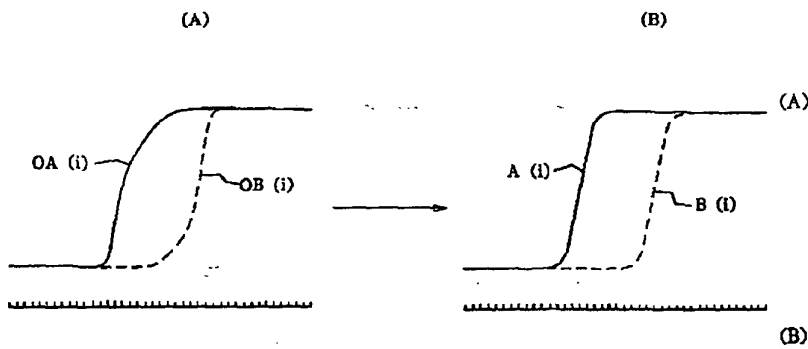
【図38】



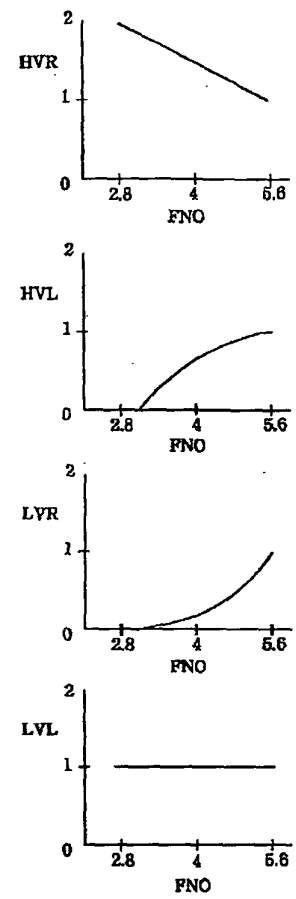
【図24】



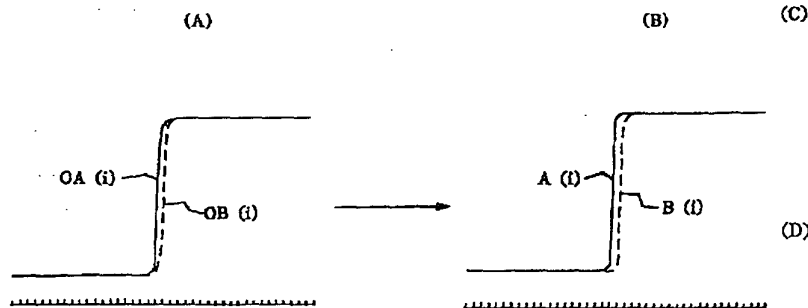
【図25】



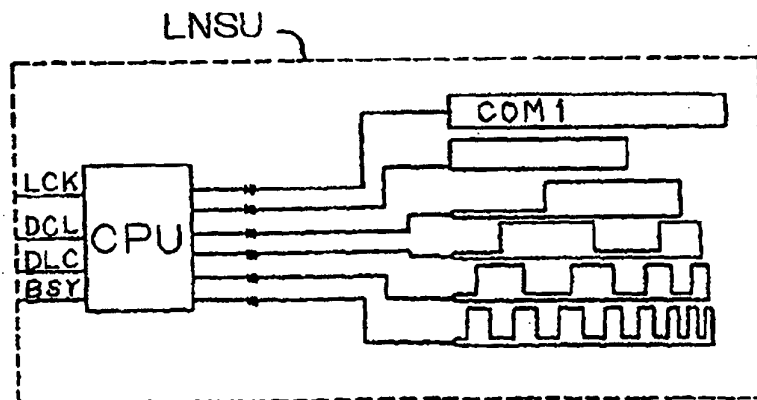
【図43】



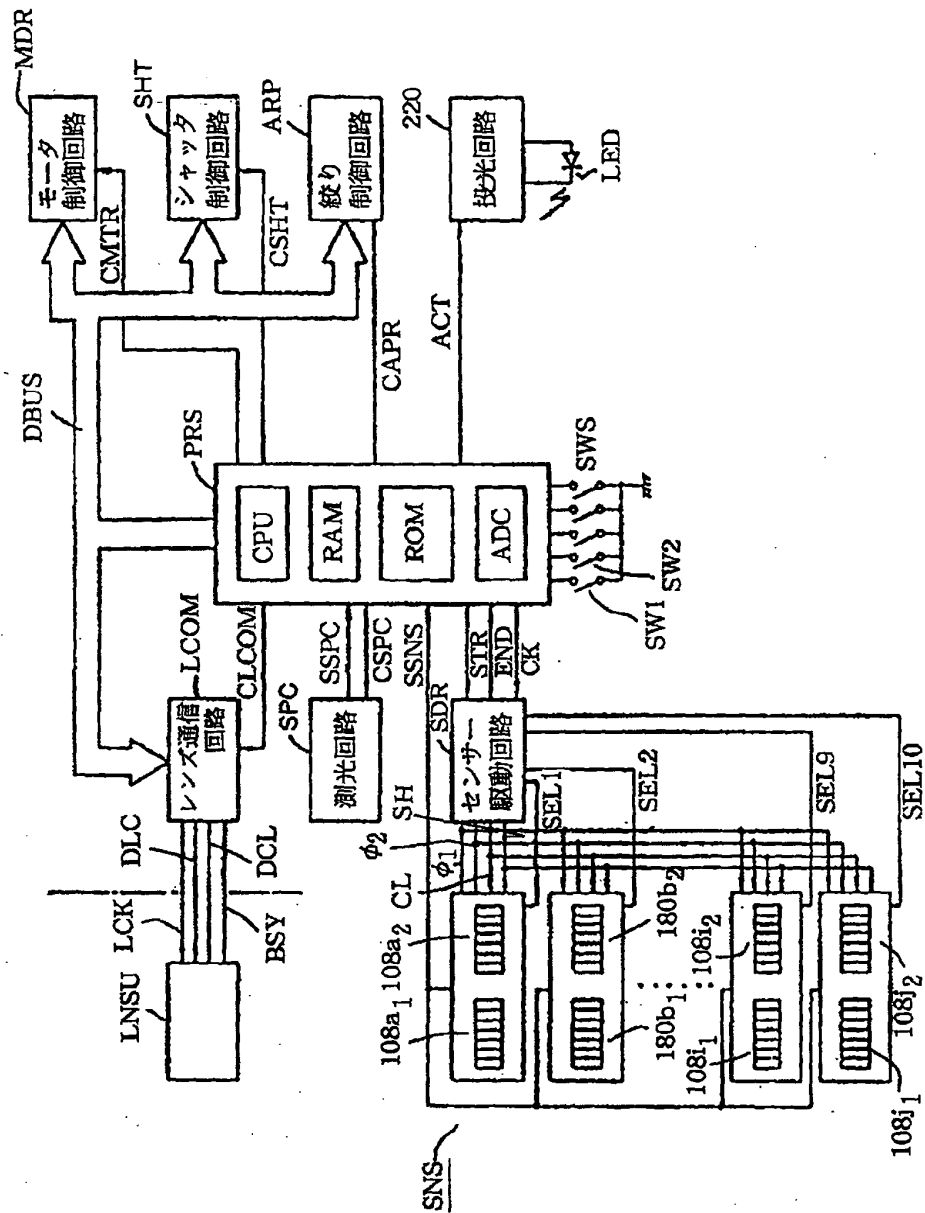
【図26】



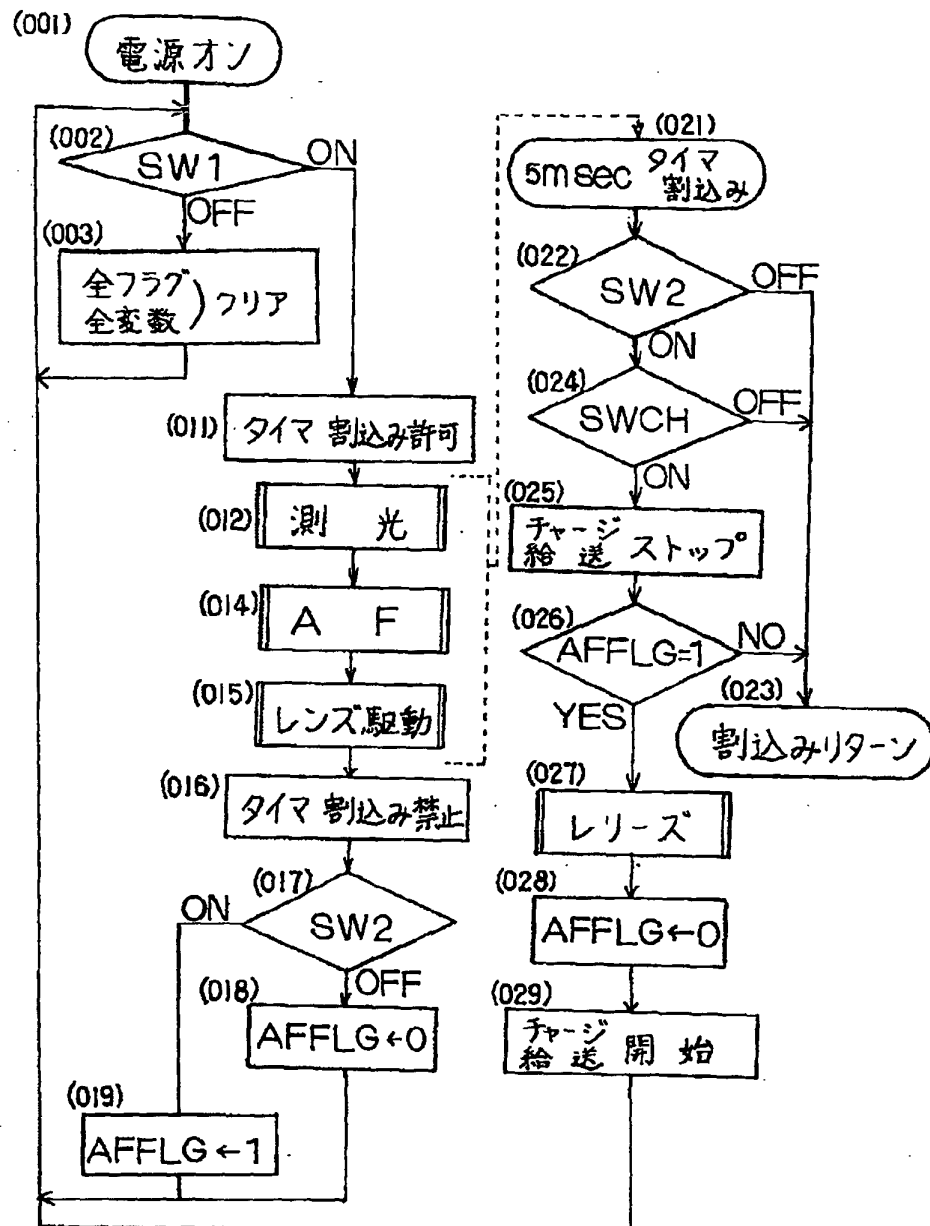
【図28】



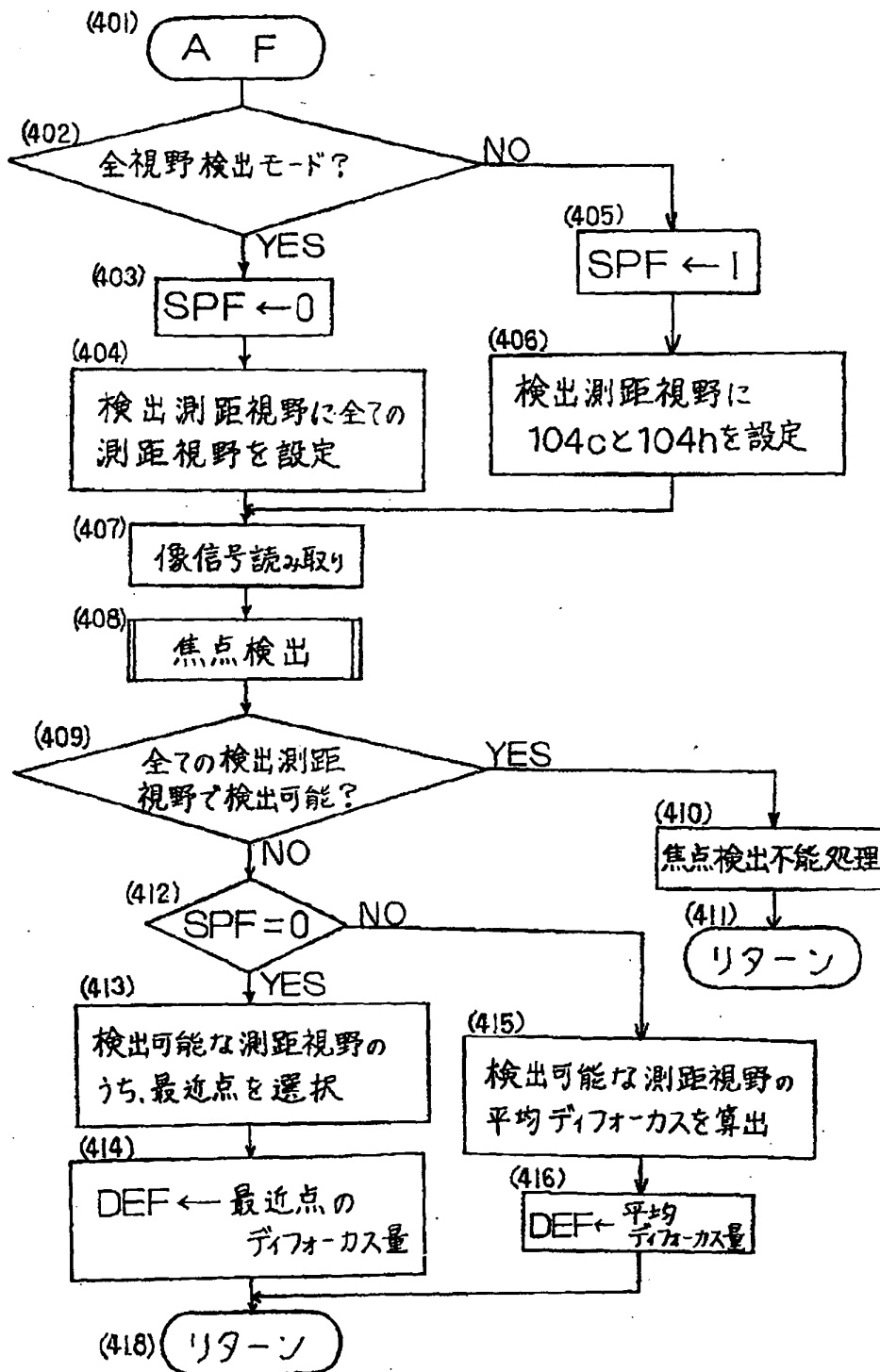
【図27】



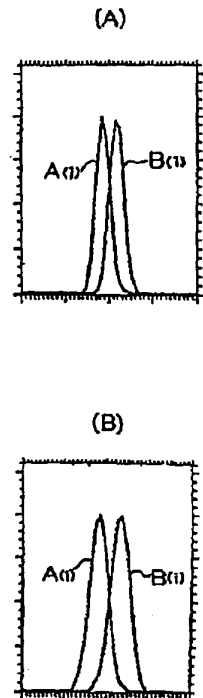
【図29】



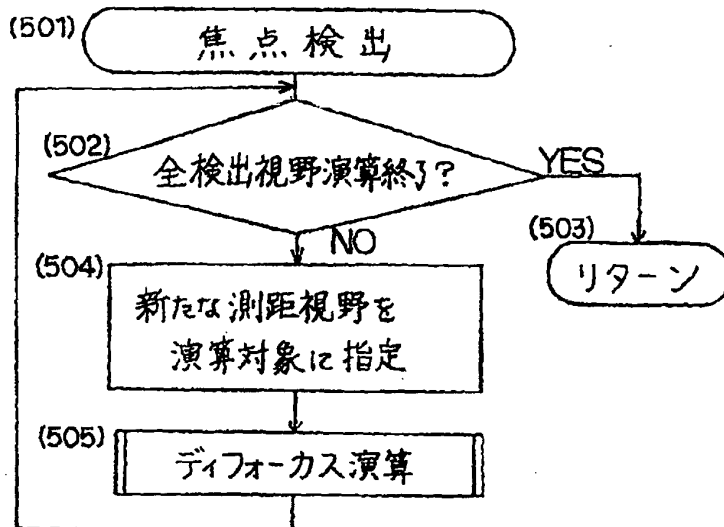
【図30】



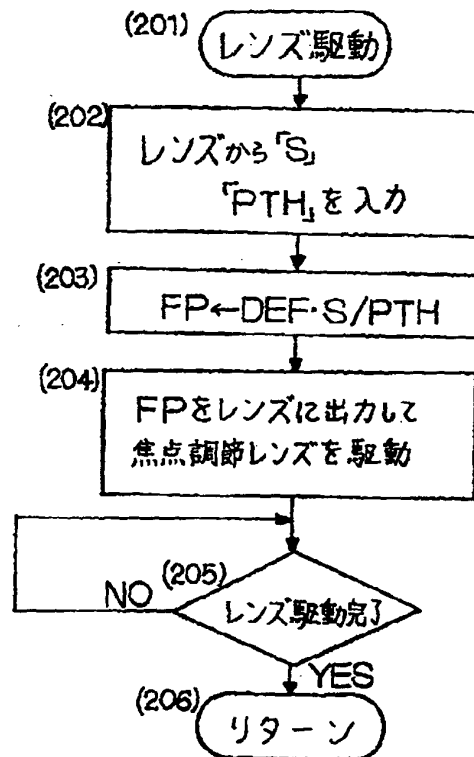
【図57】



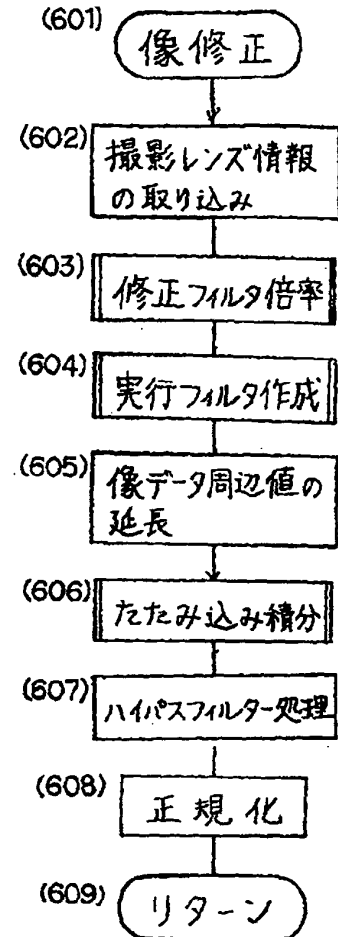
【図31】



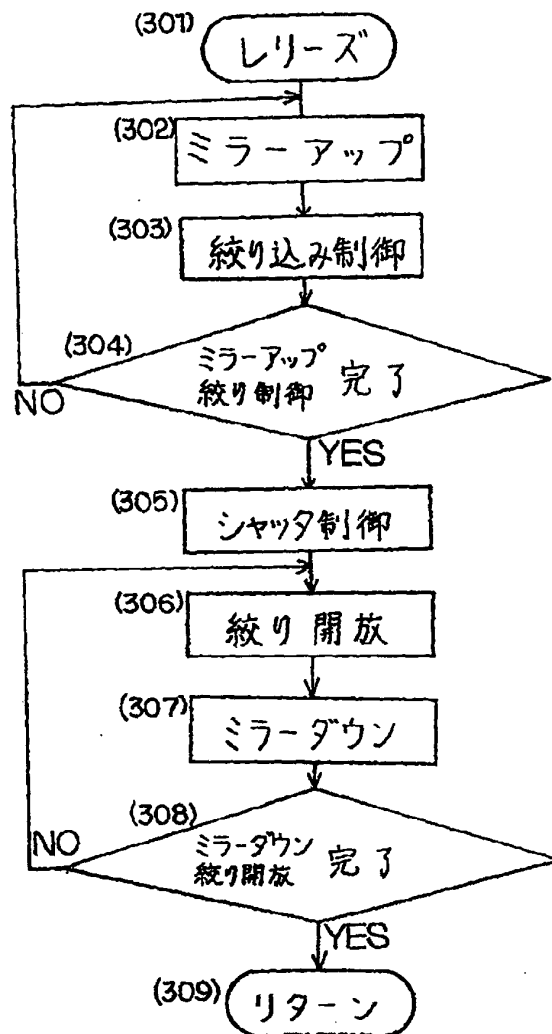
【図32】



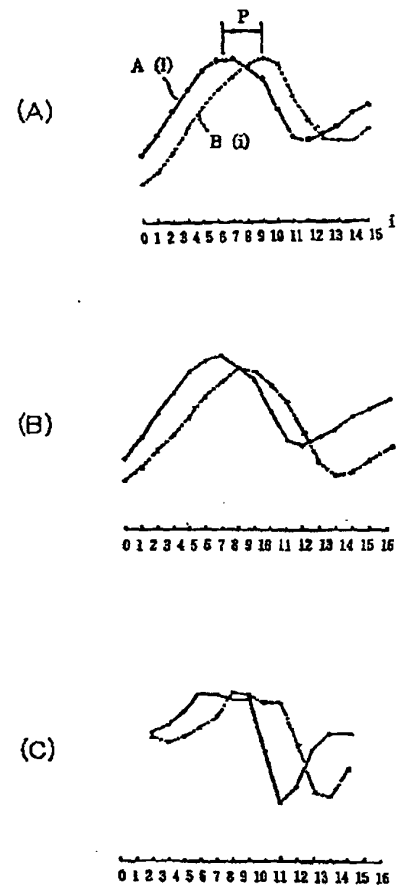
【図39】



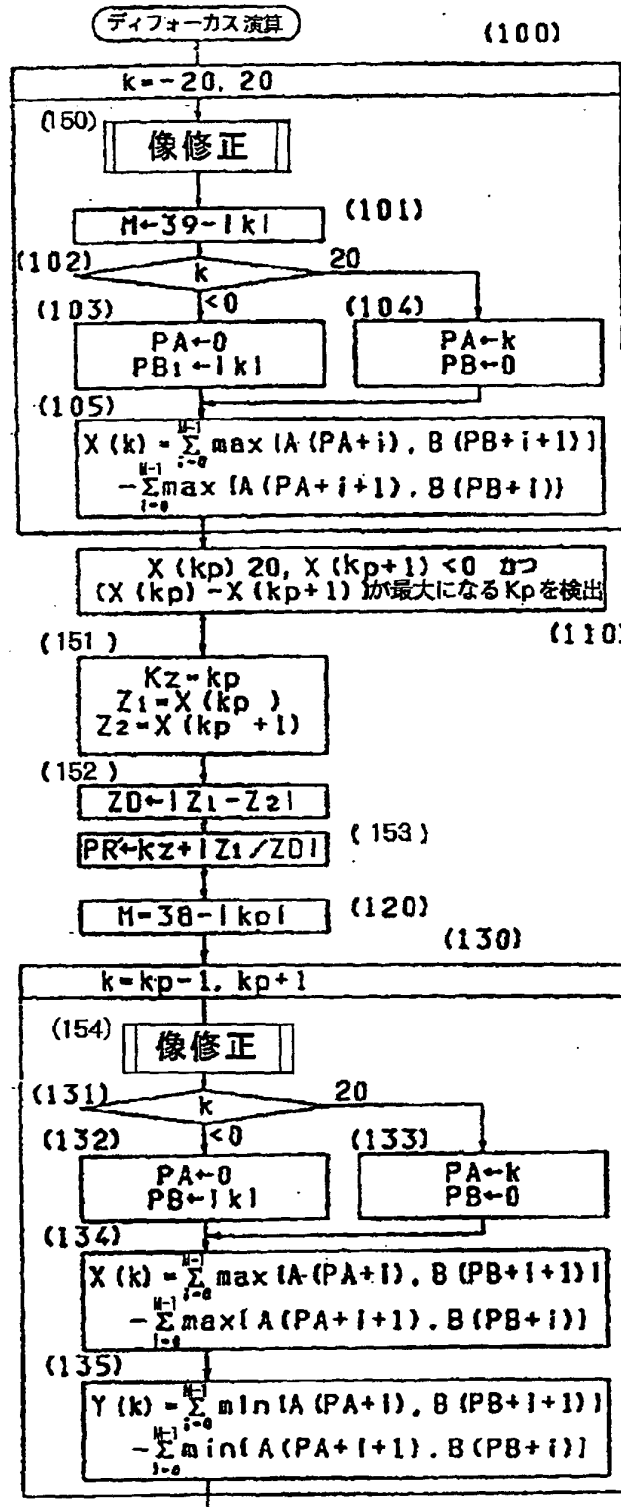
【図33】



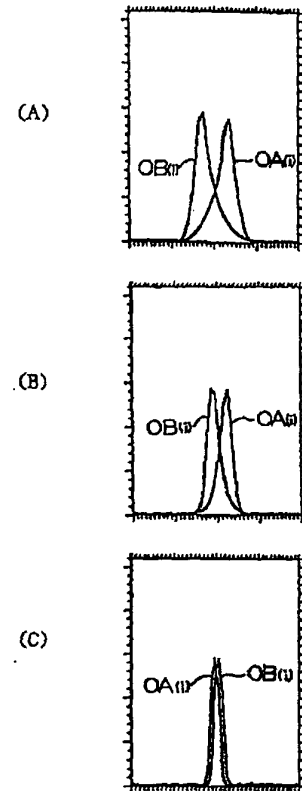
【図41】



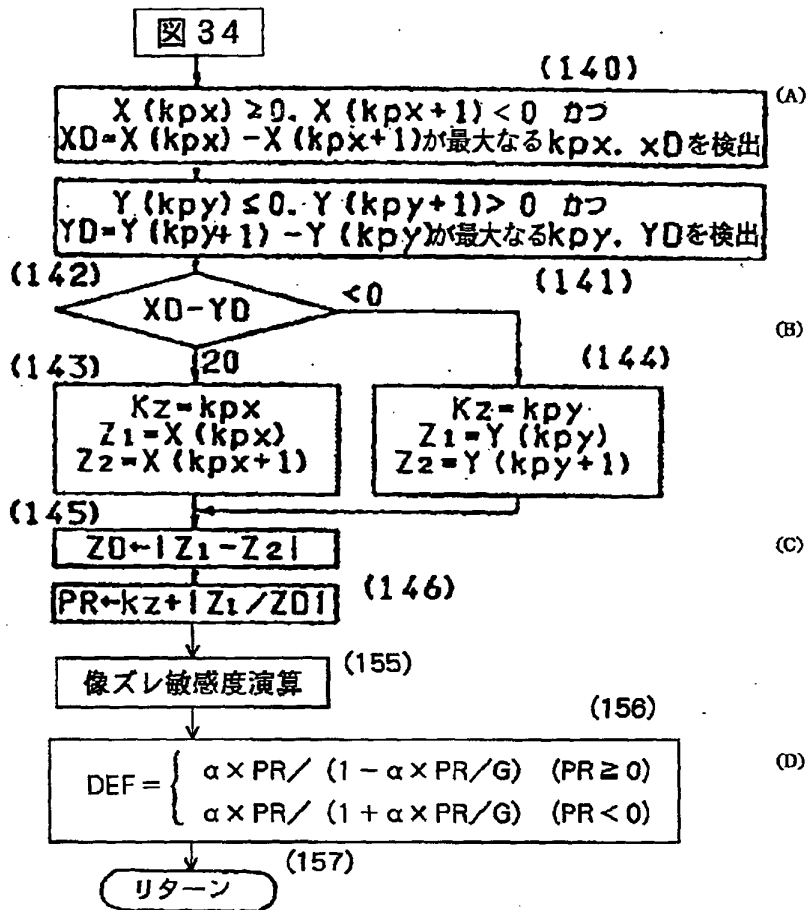
【図34】



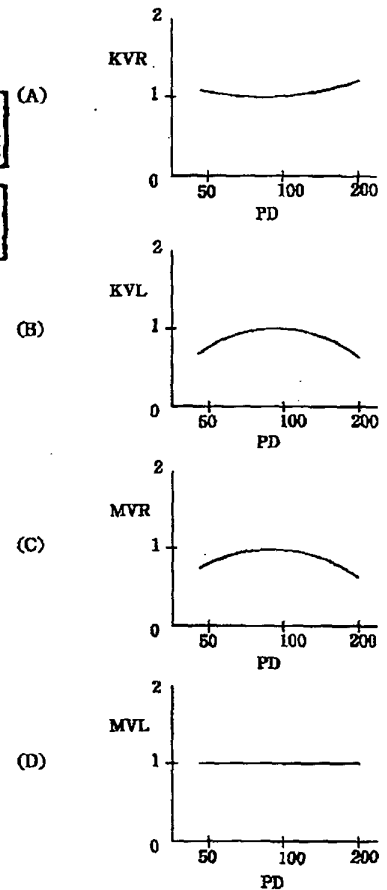
【図52】



【図35】



【図44】



【図48】

前ピン -----

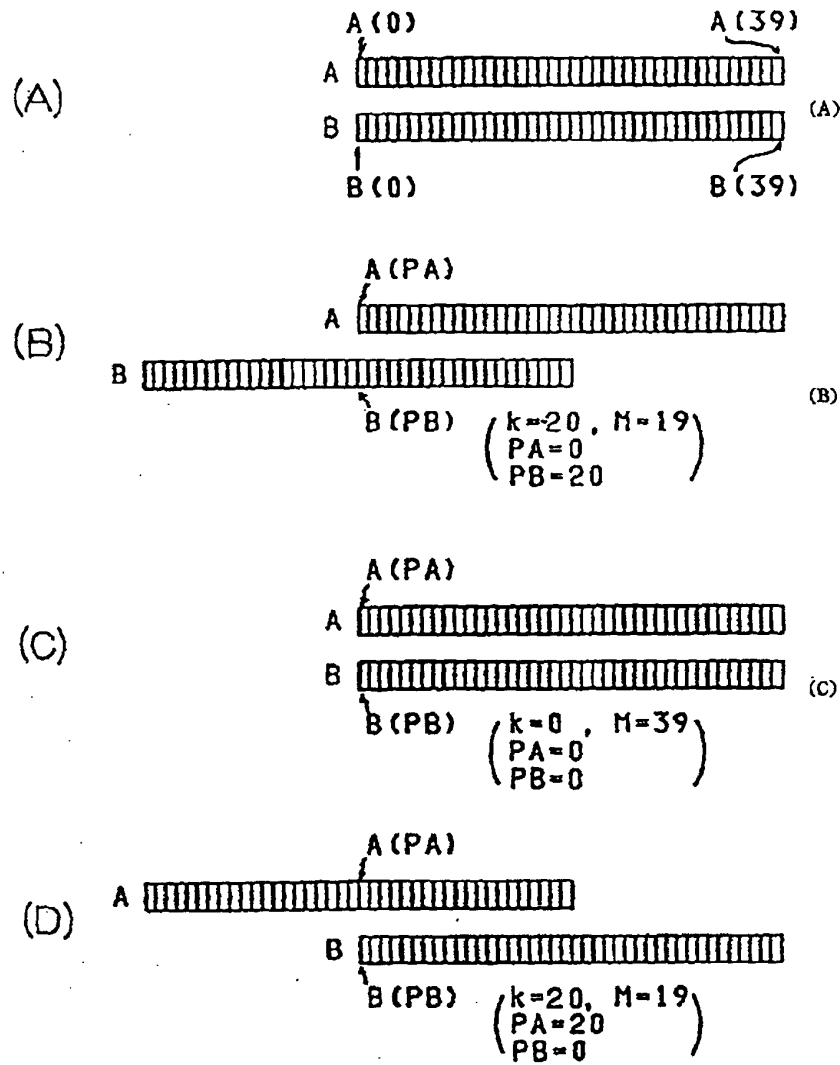
合焦 -----

後ピン -----

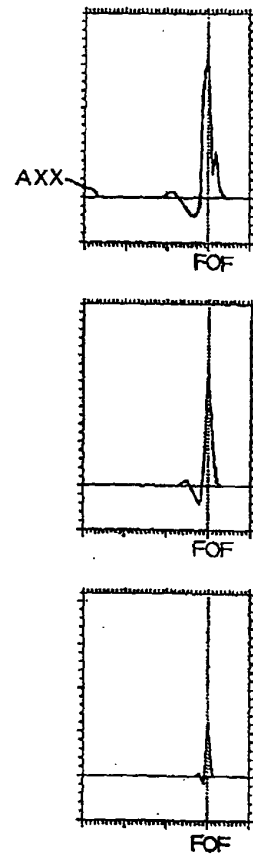
画素の並び方向



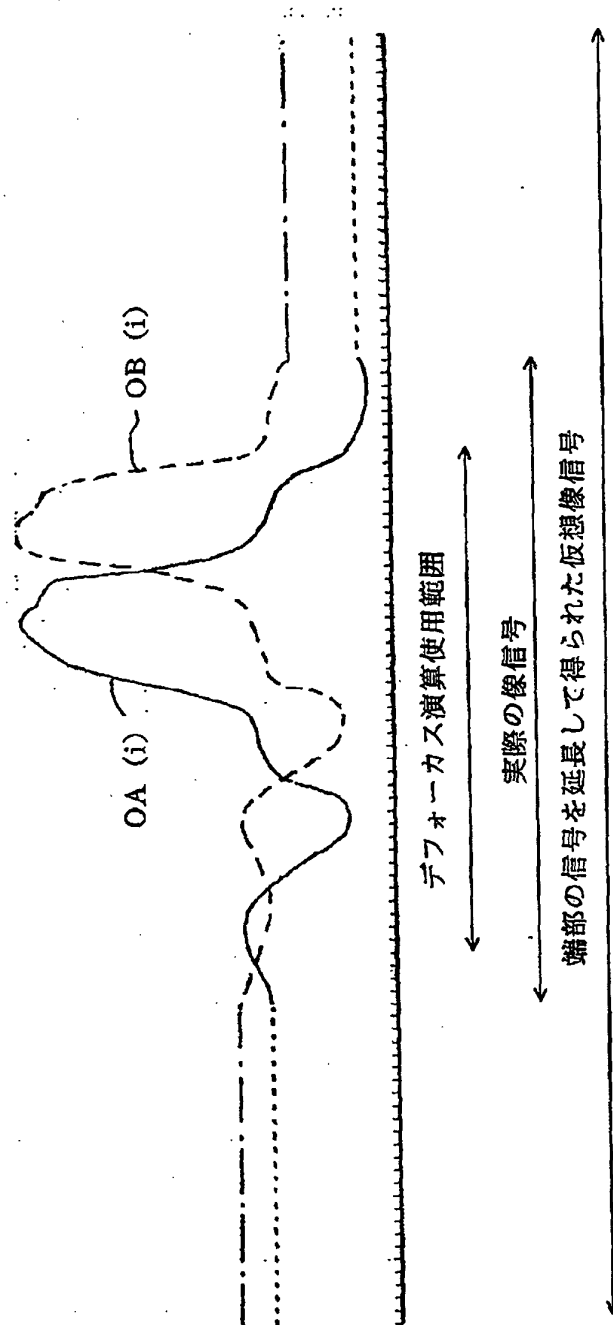
【図36】



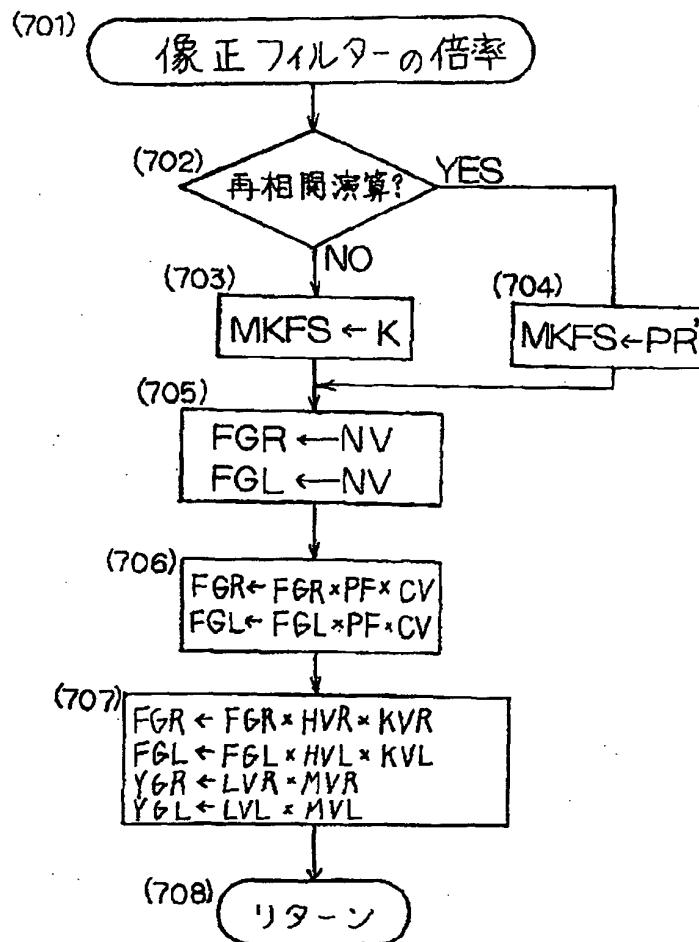
【図54】



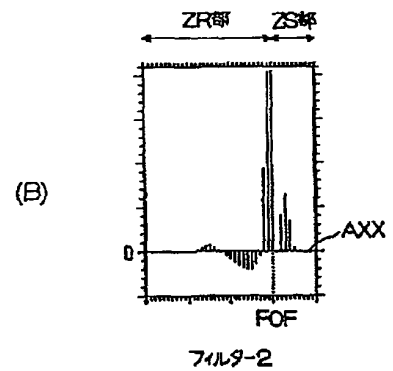
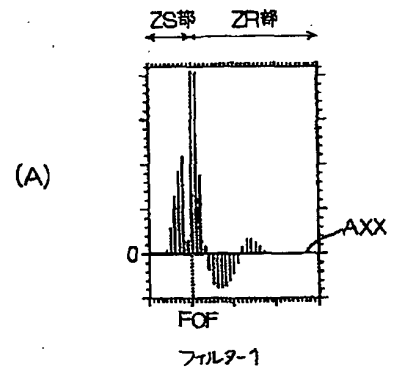
【図40】



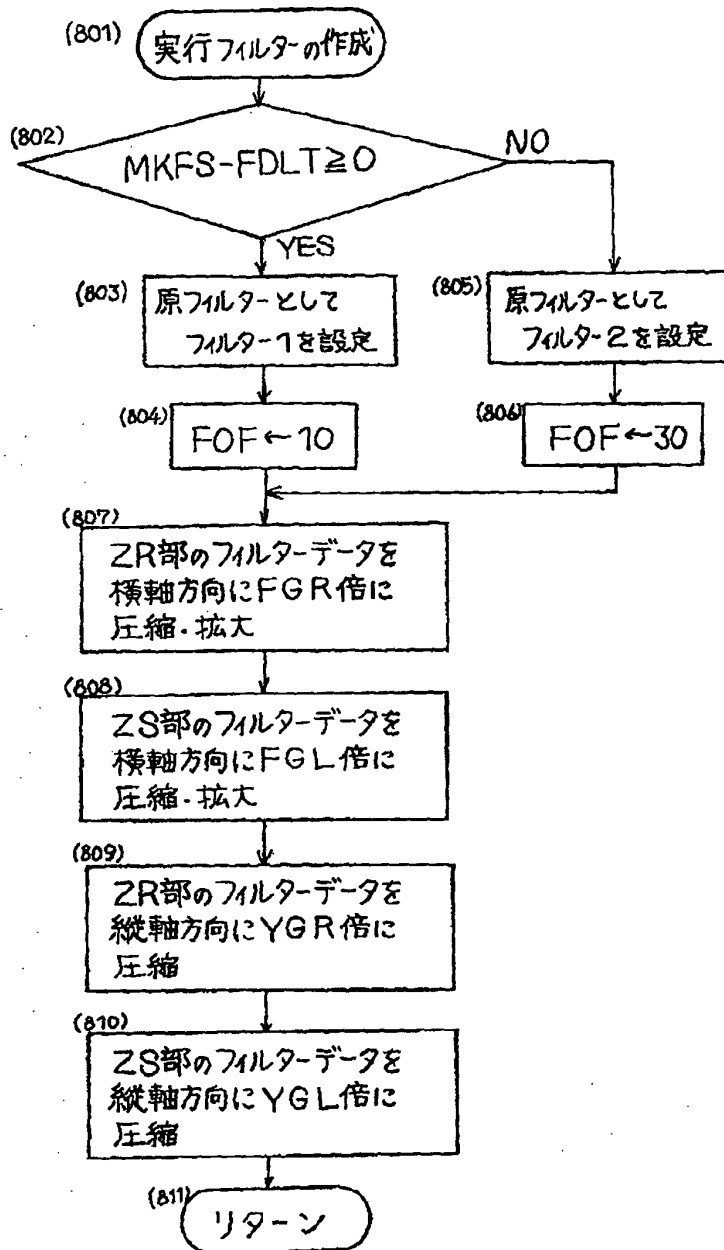
【図42】



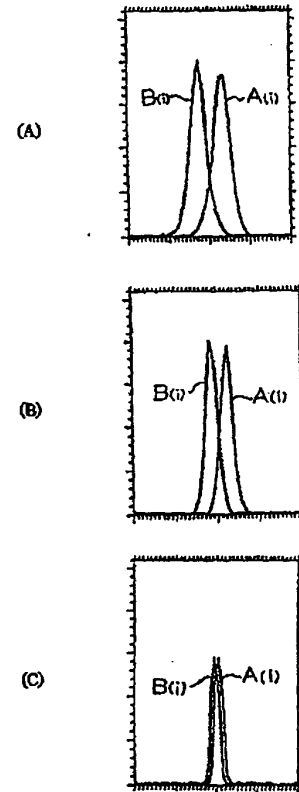
【図49】



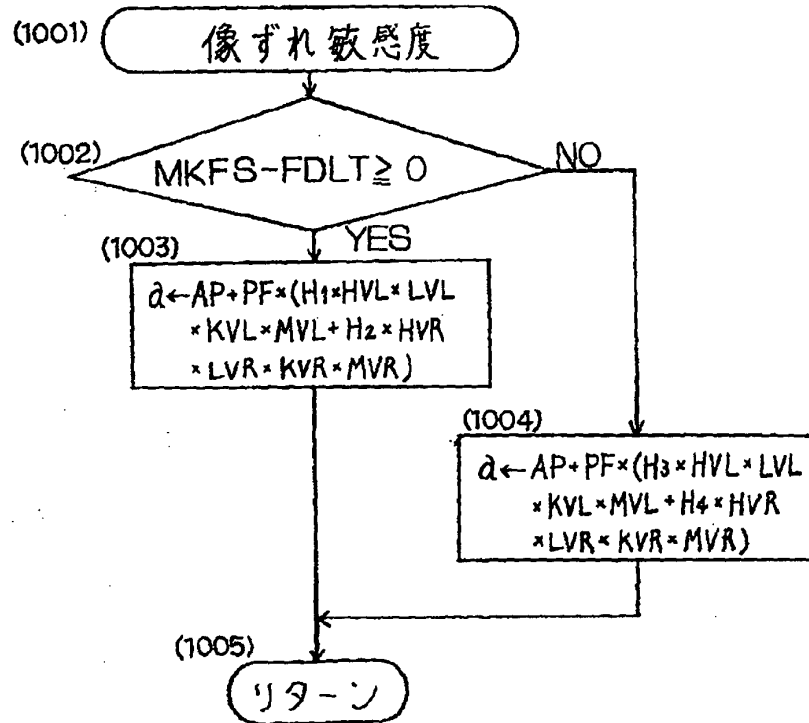
【図47】



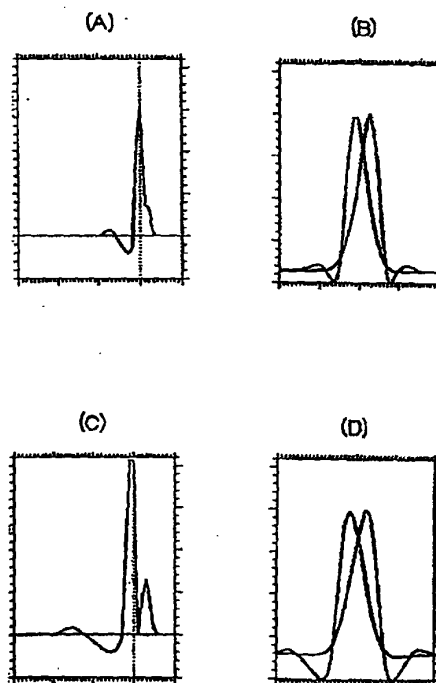
【図56】



【図51】



【図58】



フロントページの続き

(72)発明者 明石 彰
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内